

**MÓNICA ALEXANDRA DE OLIVEIRA LOPES
DA SILVA**

**DANÇA MATEMÁTICA DAS ABELHAS: UM ESTUDO
NO 2.º CICLO DO ENSINO BÁSICO**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO
2024

**MÓNICA ALEXANDRA DE OLIVEIRA LOPES DA
SILVA**

**DANÇA MATEMÁTICA DAS ABELHAS: UM ESTUDO NO
2.º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

**Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática
e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico**

**Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Rute Cristina Correia da Rocha
Professora Doutora Sofia Isabel Andrade Graça**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO
2024

Dança Matemática das Abelhas: Um estudo no 2.º Ciclo do Ensino Básico

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright

Mónica Alexandra de Oliveira Lopes da Silva

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*Dedico este relatório final de mestrado à minha querida mãe,
a quem um dia prometi que voltaria a estudar.
A sua força e amor foram a minha maior inspiração.
Para ti, a estrela mais brilhante que me acompanha.*

Agradecimentos

Ao longo dos cinco anos como aluna da Universidade do Algarve, deparei-me com várias situações de angústia. O peso de ser responsável pela casa, pelos filhos e como profissional, muitas vezes, incompatíveis com a vida académica. Mantive firme a minha determinação em relação ao meu sonho de infância e à promessa feita à minha mãe e consegui superar esses momentos difíceis. A razão pela qual fui resiliente foi motivada pela perspectiva de deixar um legado para os meus filhos e de lhes despertar orgulho, proporcionar uma base sólida à minha família. O apoio motivacional da minha amiga Valentina foi um impulso ao meu objetivo. Agradeço-lhe a sua boa disposição e por acreditar sempre em mim.

Ao meu pequeno filho, que foi de certa forma prejudicado pela minha falta de tempo em constante ocupação, um muito obrigado por seres uma criança maravilhosa, inteligente, carinhosa e compreensiva.

Durante esta jornada, partilhei o palco da universidade com a minha filha, que entrou na licenciatura em Desporto no meu terceiro ano de faculdade, uma experiência única e muito gratificante.

Quero expressar a minha gratidão sincera a Ana Rita e Joanna Gargiulo, minhas amigas e colegas com quem trabalhei por muitas horas. Dou também o meu agradecimento aos meus professores, que me transmitiram muito conhecimento, em particular os professores da Escola Superior de Educação e Comunicação da Universidade do Algarve e aos professores cooperantes com quem colaborei durante a minha licenciatura e mestrado.

Um reconhecimento especial às minhas orientadoras, Professora Doutora Rute Rocha e Professora Doutora Sofia Graça pelo apoio, disponibilidade, motivação e auxílio fornecidos em cada fase do processo.

Finalmente, quero expressar gratidão ao meu marido que, mesmo estando longe, sempre me apoiou nas minhas decisões e nas transformações que surgiram durante essa caminhada.

Resumo

No âmbito da Prática de Ensino Supervisionada, foi orientado um estudo no mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico, na Universidade do Algarve, durante o ano letivo de 2023/2024. O objetivo foi criar uma proposta didática com conexões internas e externas entre a Matemática e as Ciências Naturais, recorrendo à dança das abelhas *Apis mellifera* como tema central.

A proposta tinha como meta não só enriquecer os currículos escolares, mas também formar uma consciência ecológica nos alunos, capacitando-os para lidar com elementos da natureza de maneira informada e consciente. As tarefas de aprendizagem foram desenvolvidas para explorar o comportamento das abelhas, os conceitos da Matemática e das Ciências Naturais, relacionados com a abelha *Apis mellifera*, a construção dos favos de mel e a sua forma de comunicação, por meio de dois tipos de danças (a dança circular e a dança do requebrado).

A abordagem da articulação das duas áreas do saber procurou promover uma aprendizagem mais consistente e reflexiva, incentivando o pensamento crítico nos discentes. A aplicação prática da Matemática e das Ciências Naturais, em contextos reais e simbólicos, tornou o processo de aprendizagem motivador, demonstrando a sua relevância na vida quotidiana dos alunos. A implementação das tarefas de aprendizagem incluiu o uso de jogos didáticos, *Role-Playing Game* (RPG), que permitiu aos alunos explorar temas científicos de forma lúdica e interativa, promovendo a cooperação, a interação social e a aquisição de conceitos matemático-científicos ao nível dos alunos do 2.º CEB.

Na tentativa de responder à questão-problema do presente relatório da PES: “De que forma a dança das abelhas permite estabelecer **conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais** numa turma do 5.º ano do CEB?”, podemos afirmar que os alunos do 5.º ano adquiriram conhecimentos estabelecendo **conexões internas e externas** ao estudar a abelha *Apis mellifera*. Na implementação pedagógica, recorreu-se à modelação no processo de pavimentação para compreender a construção dos favos de mel e recorreu-se à representação simbólica (metodologia de *Role-Playing Game*) na forma como se comunicam sobre a existência de uma fonte de alimento a outras abelhas, através das suas danças: “dança circular” e “dança do requebrado”.

Palavras-chaves: *Abelha Apis melifera; Comunicação das abelhas; Conexões; Danças circular e do requebrado; Geometria dos favos de mel.*

Abstract

As part of the Supervised Teaching Practice, a study was conducted in the Master's program in Teaching for the 1st Cycle of Basic Education and in Mathematics and Natural Sciences for the 2nd Cycle of Basic Education, at the University of Algarve, during the 2023/2024 academic year. The objective was to create a didactic proposal with internal and external connections between Mathematics and Natural Sciences, using the dance of *Apis mellifera* bees as the central theme.

The proposal aimed not only to enrich school curricula but also to foster ecological awareness in students, enabling them to interact with elements of nature in an informed and conscious manner. The learning tasks were developed to explore the behavior of bees, and the mathematical and natural science concepts related to *Apis mellifera*, the construction of honeycombs, and their communication methods through two types of dances (the round dance and the waggle dance).

The approach of integrating the two areas of knowledge aimed to promote more consistent and reflective learning, encouraging critical thinking among students. The practical application of Mathematics and Natural Sciences in real and symbolic contexts made the learning process motivating, demonstrating its relevance in the students' daily lives.

The implementation of learning tasks included the use of educational games and Role-Playing Games (RPG), which allowed students to explore mathematical and scientific themes in a playful and interactive manner, promoting cooperation, social interaction, and the acquisition of mathematical-scientific concepts at the level of 2nd Cycle students.

In an attempt to answer the research question of this PES report: “How does the dance of bees establish connections between Mathematics and Natural Sciences in a 5th-grade class of Basic Education?”, we can affirm that the 5th-grade students acquired knowledge by establishing internal and external connections while studying the *Apis mellifera* bee. In the pedagogical implementation, modeling was used in the tiling process to understand the construction of honeycombs, and symbolic representation (Role-

Playing Game methodology) was used to demonstrate how bees communicate the existence of a food source to other bees through their dances: the "round dance" and the "waggle dance".

Keywords: *Apis mellifera* bee; Bee communication; Connections; Round dance and waggle dance; Honeycomb geometry.

Índice

| | |
|---|-----|
| Agradecimentos | i |
| Resumo | ii |
| Abstract..... | iii |
| Índice | iii |
| Índice de figuras | iv |
| Introdução..... | 1 |
| Capítulo 1 - Enquadramento teórico..... | 1 |
| Abelha <i>Apis mellifera</i> | 1 |
| Geometria dos favos de mel | 3 |
| A danças das abelhas | 4 |
| Enquadramento curricular | 9 |
| Conexões internas e externas na aprendizagem | 11 |
| Tarefa no pátio da escola, recorrendo ao <i>Role-Playing Game</i> | 12 |
| Capítulo 2 – Enquadramento Metodológico..... | 14 |
| Participantes e Contexto Educativo | 14 |
| Implementação educativa e de investigação..... | 15 |
| Capítulo 3 – Análise dos dados e sua discussão | 21 |
| Parte 1. Que ideias apresentam os alunos do 5.º ano relativamente à temática das abelhas? | 21 |
| Parte 2: O que diferencia a abelha da vespa? | 26 |
| Parte 3: Por que razão os favos de mel têm uma forma hexagonal? | 29 |
| Parte 4: A dança matemática das abelhas <i>Apis mellifera</i> | 35 |
| Parte 5: Conexões | 42 |
| Conclusões..... | 46 |
| Referências Bibliográficas | 50 |
| Índice de Apêndices..... | 54 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Anatomia externa da <i>Apis mellifera</i> | 2 |
| Figura 1.2. Ilustração da dança das abelhas considerando a distância do alimento. | 5 |
| Figura 1.3. Representação dos movimentos das abelhas: dança circular e da dança do requebrado. | 6 |
| Figura 1.4. Ilustração dos movimentos da abelha na dança do requebrado. | 7 |
| Figura 1.5. Local de alimento na direção do Sol. | |
| Figura 1.6. Local de alimento a 40°..... | 8 |
| | |
| Figura 2.1. Protótipo da tarefa no exterior..... | 18 |
| | |
| Figura 3.1. Nuvem de ideias, realizada pelos alunos. | 22 |
| Figura 3.2. Amostras reais de uma vespa, de um favo de mel e de uma abelha. | 23 |
| Figura 3.3. Estudo da anatomia de uma <i>Apis mellifera</i> | 24 |
| Figura 3.4. Autocolante: 20 de maio - Dia Mundial da Abelha. | 25 |
| Figura 3.5. Cartões com afirmações sobre as abelhas e as vespas. | 27 |
| Figura 3.6. Construção do cartaz. | 29 |
| Figura 3.7. Cartaz construído pelos alunos. | 30 |
| Figura 3.8. Construção de pavimentações com materiais manipuláveis. | 31 |
| Figura 3.9. Preenchimento da ficha de aprendizagem pelos alunos Eduardo e Raul... | 32 |
| Figura 3.10. Quadrado construído com o fio na quadricula, de José e Francisca. | 33 |
| Figura 3.11. Cálculo do perímetro e da área do hexágono. | 34 |
| Figura 3.12. Cálculo do perímetro e da área do triângulo de Rute e Sofia. | 34 |
| Figura 3.13. Preenchimento da ficha de aprendizagem de Rute e Sofia. | 35 |
| Figura 3.14. Identificar as danças das abelhas. | 36 |
| Figura 3.15. Classificação de ângulos de Maria Clara e Leonardo..... | 37 |
| Figura 3.16. Esquema da Maria na dança das abelhas. | 38 |
| Figura 3.17 Esquema do Pedro na dança das abelhas. | 38 |
| Figura 3.18. Turma do 5.º no relvado da escola. | 39 |
| Figura 3.19. Alunos no relvado a realizar a tarefas: dança das abelhas. | 40 |
| Figura 3.20. Alunos a medirem a amplitude dos ângulos na ficha..... | 40 |
| Figura 3.21. Representação das danças da abelha no relvado da escola. | 41 |
| Figura 3.22. Alunos a medir ângulos com um transferidor de grandes dimensões..... | 42 |

Introdução

No âmbito da Prática de Ensino Supervisionada, do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico, na Universidade do Algarve, foi desenvolvido um estudo numa turma do 5.º ano numa escola no Algarve, no ano letivo de 2023/2024. Pretendia-se, com este estudo, construir uma proposta didática com conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais, de forma a explorar conceitos associados a estas áreas, através de tarefas de aprendizagem sobre as abelhas da espécie *Apis mellifera*. As tarefas têm como foco o comportamento destes animais, bem como os conceitos matemáticos envolvidos na construção dos favos de mel e na forma como transmitem informações sobre a existência de uma fonte de alimento a outras abelhas-operárias, através das suas danças: “dança circular”, e “dança do requebrado”.

Alguns autores têm constatado as dificuldades que os alunos sentem na compreensão da Geometria e apontam razões para isso. Tempera (2010) realça o facto de as definições serem apresentadas antes da experimentação e de o ensino desta área da Matemática estar centrado no reconhecimento e nomeação de formas geométricas e na utilização de fórmulas. Segundo NCTM (2007) e Ponte et al. (2007), o estudo da Geometria deverá envolver tarefas que permitam ao aluno observar, analisar, relacionar e construir. Para tal, os materiais manipuláveis são uma mais-valia, uma vez que proporcionam a oportunidade de estabelecer relações e tirar conclusões, facilitando a compreensão dos conceitos.

Explorar a aplicação da Matemática em contextos reais torna o seu processo de aprendizagem mais motivador para os alunos e demonstra a sua aplicação na vida real, despertando o seu interesse e mostrando-lhes a relevância destas áreas do saber nas suas vidas. O professor, por sua vez, tem o importante papel de demonstrar aos seus alunos a utilização da Matemática no dia a dia, destacando a relevância dos conteúdos para compreender o mundo em que vivem (Cândido, Freitas & Barbosa, 2017).

Metodologias alternativas para a abordagem de conteúdos por parte dos professores têm se tornado cada vez mais relevantes, especialmente aquelas que utilizam jogos e recreações para estimular o interesse dos alunos pelos conteúdos em estudo (Titon, Pereira & May, 2022). Carvalho (2023) indica que uma dessas metodologias é o *Role-*

Playing Game (RPG), ou jogo de interpretação de personagens, onde os alunos assumem papéis de personagens e colaboram na criação de narrativas, integrando diferentes áreas do conhecimento. Acrescenta que este tipo de jogo possui um conjunto de regras pré-estabelecidas que permitem aos alunos improvisar dentro de determinados limites, proporcionando uma experiência de aprendizagem dinâmica e interativa.

Canavarro e Santos (2012) consideram que as tarefas propostas pelo professor são um elemento fundamental que marca as possibilidades de aprendizagem matemática dos alunos. Por outro lado, a pesquisa sobre *Apis mellifera* não só enriquece os currículos escolares, como contribui para a formação da consciência ecológica dos alunos, permitindo-lhes enfrentar os desafios ambientais futuros com conhecimento e sensibilidade.

A inspiração para este estudo surgiu durante o 1.º semestre do 2.º ano do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico, com o objetivo de desenvolver uma proposta educativa que integrasse os conteúdos de Matemática e Ciências Naturais. Por meio de tarefas baseadas no estudo das abelhas *Apis mellifera*, a investigação explora conceitos científicos relacionados ao comportamento das abelhas. Tinha como objetivo superar as dificuldades dos alunos na compreensão da Geometria com metodologias didáticas práticas, além de promover a sua consciência ambiental. Como futura professora, estou particularmente interessada em metodologias que tornem a aprendizagem mais envolvente e significativa.

As sugestões didáticas apresentadas neste estudo visam estabelecer uma ligação entre as diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais fundamentada, intencional e consistente. A geometria é um conteúdo totalmente ligado ao quotidiano, pelo que a integração da Matemática e das Ciências Naturais permite aos alunos compreender como o conhecimento está relacionado e aplicado no mundo real incentivando, assim, o pensamento crítico e reflexivo. Esta abordagem holística é fundamental para criar cidadãos mais informados e responsáveis, que compreendam a complexidade dos ecossistemas e a importância dos seres vivos para o equilíbrio do ambiente. Promove no aluno a capacidade de relacionar teoria e prática e, além disso, interpretar situações do seu dia a dia de maneira investigativa. Por outro lado, a pesquisa sobre a *Apis mellifera* enriquece os currículos escolares e demonstra a importância desses

seres vivos no mundo, capacitando os alunos a tornarem-se cidadãos mais informados e aptos a identificar, proteger e defender essa espécie.

A modelagem matemática assume grande importância para as aprendizagens dos alunos, uma vez que permite associar a teoria e a prática, levando-os a compreender a aplicação da Matemática na vida quotidiana pois, segundo Thompson (1945, p. 10, Martins, 2009, p. 10), “os problemas envolvendo formas na natureza estão na primeira instância dos problemas matemáticos.” Um exemplo disso são as abelhas que sempre foram alvo de estudo dos matemáticos devido à forma como se organizam e comunicam entre si fazendo, assim, com que a modelagem matemática esteja muito presente.

A escolha das tarefas de aprendizagem recaiu, inicialmente, para a recolha das ideias prévias dos alunos sobre este inseto, através de uma nuvem de ideias. Posteriormente, os alunos analisaram o que distingue as abelhas das vespas. No momento seguinte, foram desafiados a investigar qual é a forma geométrica mais eficaz para a construção dos favos de mel na colmeia. Seguidamente, nas tarefas de aprendizagem relacionadas com os tipos de dança que as abelhas executam, recorreu-se a uma metodologia didática através de jogos pedagógicos de *Role-Playing Game* (RPG). Nestes jogos, os participantes deste estudo puderam aprofundar a compreensão de conceitos matemáticos articulado com as Ciências Naturais. Mediram a amplitude de ângulos formados pelas abelhas nos seus movimentos, relativamente ao Sol, de forma a descobrir que flores têm o melhor néctar e a que distância este se encontra e reproduziram as suas danças com os seus corpos. Na perspetiva de Mendes et al. (2024), esta metodologia promove a cooperação, a interação social, a tomada de decisão e a ludicidade, aspetos que podem ser úteis em atividades pedagógicas para o desenvolvimento dos estudantes. As tarefas de aprendizagem implementadas ajudaram a tornar a abordagem integrada da Matemática e das Ciências Naturais, permitindo aos alunos uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. Uma descrição das tarefas utilizadas no estudo será apresentada na secção da metodologia.

Este estudo teve como principal objetivo perceber de que forma a dança das abelhas permite aos alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico estabelecerem conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais, através das seguintes questões de implementação educativa: Que ideias apresentam os alunos do 5.º ano relativamente à temática das abelhas? Como é a anatomia de uma abelha *Apis mellifera*? Como é a organização social

e a comunicação das abelhas? O que diferencia a abelha da vespa? Por que razão os favos de mel têm uma forma hexagonal?

O presente relatório é composto por uma introdução e índices, além de três capítulos estruturais, considerações finais, referências bibliográficas e apêndices. No primeiro capítulo é apresentado o enquadramento teórico, que inclui fontes provedoras de informações relevantes sobre as aprendizagens dos alunos na Matemática e conexões com a área das Ciências Naturais. No segundo capítulo, é descrito o enquadramento metodológico. Inclui a relevância do estudo e a opção por um estudo de cariz qualitativo, os participantes, o contexto educacional, a implementação didática das tarefas de aprendizagem e os métodos de recolha e de análise de dados. O terceiro capítulo mostra os resultados do estudo e a análise interpretativa dos dados.

Para finalizar, apresentamos as conclusões onde será refletido todo o processo do estudo e as aprendizagens dos discentes. Nele são também mencionadas as aprendizagens por mim realizadas enquanto futura profissional de educação.

Capítulo 1 - Enquadramento teórico

Este capítulo encontra-se dividido em seis secções distintas, em que cada uma delas aborda um tema específico da pesquisa realizada durante a Prática de Ensino Supervisionada. Na primeira secção, são discutidos a biologia e o comportamento da abelha *Apis mellifera*, promovendo o ambiente para a investigação. Aspectos relativos à geometria dos favos de mel são abordados na segunda secção, na qual é fornecida uma explicação teórica dos conceitos abordados durante o estudo. Esta secção indica as conexões entre os conceitos estudados e as disciplinas de Matemática e de Ciências Naturais.

As "danças das abelhas" surgem na terceira secção, na qual são feitas considerações acerca da comunicação e organização social das colmeias. Aqui, as relações entre essas danças, a Matemática e as Ciências Naturais são examinadas.

A quarta secção é dedicada ao enquadramento curricular onde são analisados documentos orientadores: Aprendizagens Essenciais (AE) e o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), fornecendo uma análise detalhada dos tópicos e subtópicos das AE relativamente aos quais os alunos devem ser capazes de realizar. Segue a quinta secção onde indica as conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais.

Terminamos com a descrição da tarefa realizada no pátio da escola, utilizando o *Role-Playing Game* (RPG) como metodologia pedagógica, onde os alunos simularam o comportamento das abelhas *Apis mellifera*.

Abelha *Apis mellifera*

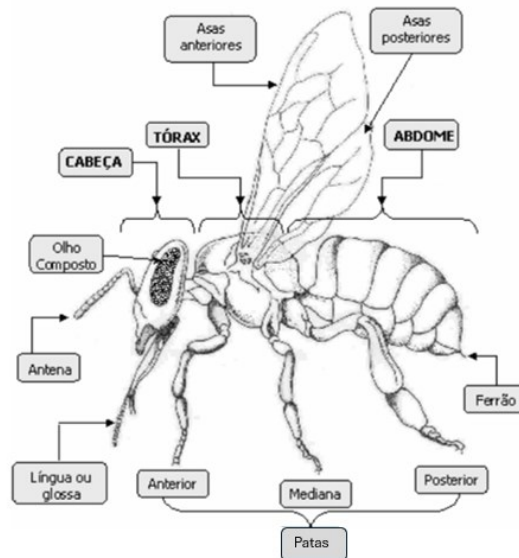
O estudo das abelhas *Apis mellifera* envolve uma compreensão aprofundada de diversos aspetos biológicos e comportamentais destes animais, como a alimentação, o voo e a comunicação. Pereira et al. (2003) explicam que o corpo da *Apis mellifera* é composto por três partes principais: cabeça, tórax e abdómen. Os autores referem que na região da cabeça das abelhas, encontram-se os olhos simples (ocelos) e compostos (omatídios), as antenas, o aparelho bucal e as glândulas internas.

Ramos e Carvalho (2007), por sua vez, revelam a anatomia das abelhas detalhando as características morfológicas das diferentes fases de desenvolvimento, destacando a complexidade do corpo das abelhas, incluindo estruturas do corpo para recolha de pólen

e néctar. Segundo as autoras, as abelhas apresentam adaptações morfológicas significativas, como as corbículas, nas patas traseiras, utilizadas para o transporte de pólen, e a vesícula melífera, uma bolsa situada no interior da abelha, onde armazenam o néctar.

O alimento das abelhas *Apis mellifera* provém, essencialmente, do néctar e do pólen. O néctar, uma solução açucarada existente nas flores, é a principal fonte de energia, enquanto o pólen fornece proteínas, lipídios, vitaminas e minerais essenciais para o desenvolvimento das larvas e para a saúde da colónia (Martinho et al., 2022).

Figura 1.1. Anatomia externa da *Apis mellifera*.



Adaptado de Ramos e Carvalho (2007, p. 4).

Uma colmeia é composta por uma única rainha, responsável por colocar os ovos, vários zangões e muitas operárias. As operárias são as responsáveis por recolher o néctar e o pólen. O néctar é armazenado numa bolsa no interior do corpo das abelhas, designado por vesícula melífera, onde começa a ser processado, com a ação de enzimas, antes de ser transferido para os favos na colmeia. O pólen é transportado nas corbículas das patas traseiras (Sá et al., 2018), como representado na Figura 1.1, onde especifica a anatomia externa das abelhas *Apis mellifera*.

A orientação das abelhas, que se refere à sua capacidade de detetar a luz solar como uma referência para se guiarem durante o voo, permite que estes animais determinem a direção do Sol mesmo em dias nublados, ajudando-as a encontrar o caminho de volta para a colmeia bem como na localização de fontes de alimento. Durante o voo na procura de alimento, as abelhas exploram o ambiente à procura de flores ricas em néctar e pólen. A comunicação sobre a localização das fontes de alimento é realizada através da "dança das abelhas", uma série de movimentos específicos que indicam a direção e a distância da fonte (Frisch, 1920; 1993).

Considerados os seres vivos mais importantes na terra, concordamos que “se as abelhas desaparecerem da face da Terra, a Humanidade teria apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais não haverá raça humana” (Paiva, Cabral & Filipe, 2018). Esta frase, da autoria de Albert Einstein, reflete a importância das abelhas no equilíbrio ecológico e na manutenção da biodiversidade. Ela indica que a polinização realizada pelas abelhas é determinante para a reprodução das plantas, que por sua vez sustentam a vida de muitos animais, incluindo os seres humanos. Portanto, se as abelhas desaparecessem, haveria consequências graves para os ecossistemas e para a vida na Terra.

Geometria dos favos de mel

Ao observarmos um favo de mel, verificamos que é constituído por estruturas hexagonais, formando uma pavimentação que, segundo Vieira (2022), se define como um conjunto de regiões poligonais que cobrem o plano sem deixar espaços vazios e sem se sobreporem. Contudo, nestas estruturas, que formam alvéolos ou favos de mel, as abelhas armazenam o mel, o néctar, o pólen e os ovos. Assim, a escolha desta forma geométrica tem uma razão.

Um polígono regular que pode formar uma pavimentação deverá ter um ângulo interno divisor de 360 graus. Quando isto ocorre, podemos juntar polígonos congruentes à volta de um mesmo vértice, obtendo 360 graus na soma dos ângulos nesse ponto. Dessa forma, os polígonos encaixam-se formando uma pavimentação. Por outro lado, se os ângulos internos não forem divisores de 360 graus, não é possível construir uma pavimentação com polígonos iguais, pois iriam ocorrer sobreposições. Existem apenas três tipos de polígonos regulares que podem formar uma pavimentação para cobrir um

plano: triângulos equiláteros, quadrados e hexágonos regulares. Qualquer outro polígono deixaria espaços vazios ou sobreposições (Devlin, 2009).

Investigar qual dos formatos dos favos de mel - prisma triangular, prisma quadrangular ou prisma hexagonal - seria mais eficiente em termos de minimizar a quantidade de cera na produção e obter maior área torna-se uma questão relevante. Deste modo, a relação entre perímetro (soma das medidas dos comprimentos de todos os lados de uma figura plana) e área (medida da superfície de uma figura plana) tem um papel fundamental e a integração destes conceitos nas tarefas de ensino deve ser feita de forma contextualizada e prática, nomeadamente recorrendo à manipulação de figuras (Sousa, 2013). Sousa (2013) destaca a importância de utilizar exemplos do quotidiano para tornar o ensino mais relevante e envolvente para os alunos. Tarefas como calcular a área de figuras planas com material manipulável, por exemplo, com recurso a um fio, ajuda os alunos a ver a aplicação prática destes conceitos matemáticos.

Além disso, as diretrizes curriculares nacionais recomendam que o ensino da área e do perímetro seja gradual, começando com figuras simples e prosseguindo para formas mais complexas à medida que os alunos desenvolvem as suas competências. Este progresso, porém, deve ser acompanhado de estratégias pedagógicas que promovam a descoberta e a investigação por parte dos alunos, com a utilização de materiais manipulativos.

Para Vieira (2022), o prisma de base hexagonal é a figura geométrica que mais economiza cera na sua construção. Isto porque o hexágono regular permite uma pavimentação eficiente e maximiza o uso do espaço, minimizando a quantidade de cera necessária para construir as paredes dos alvéolos. Além disso, o autor indica que a forma hexagonal é estruturalmente robusta, suportando bem o peso dos favos cheios de mel e resistindo a deformações. Conclui afirmando que, dessa forma, a escolha do hexágono pelas abelhas é uma solução otimizada pela natureza, garantindo a máxima eficiência com o menor custo energético e material.

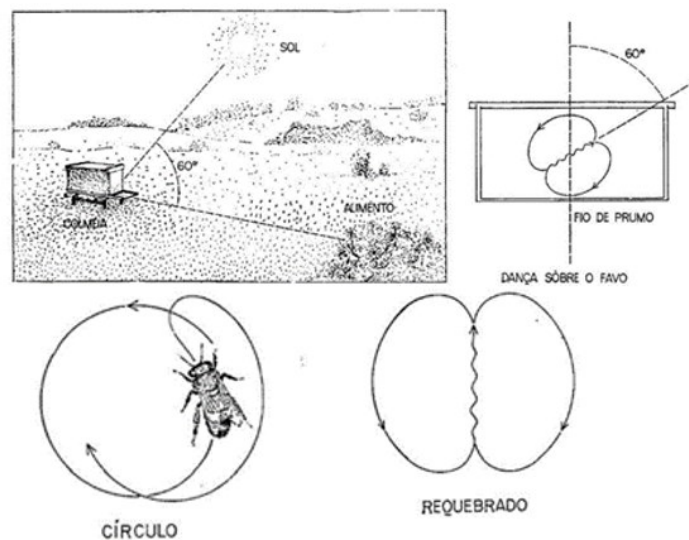
A dança das abelhas

A dança das abelhas é um ritual que vem sendo estudado ao longo dos anos por vários investigadores, nomeadamente Karl von Frisch (1920; 1973). Este investigador desenvolveu um estudo no qual descobriu como as abelhas da espécie *Apis mellifera*

comunicam umas com as outras, sendo que estes animais se destacam pela sua grande capacidade de comunicação e orientação.

Frisch verificou que uma abelha, após encontrar uma boa fonte de néctar e pólen, ao regressar à colmeia, realizava diferentes movimentos, conhecidos como “dança das abelhas”, que eram seguidos por outras abelhas-operárias. Estas danças eram decodificadas pelas outras abelhas e indicavam a existência de uma fonte de alimento, qual a sua distância e direção (Figura 1.2). O investigador realça que as danças são realizadas nos favos, que são construídos na vertical, tendo como referência a gravidade, na escuridão da colmeia.

Figura 1.2. Ilustração da dança das abelhas considerando a distância do alimento.

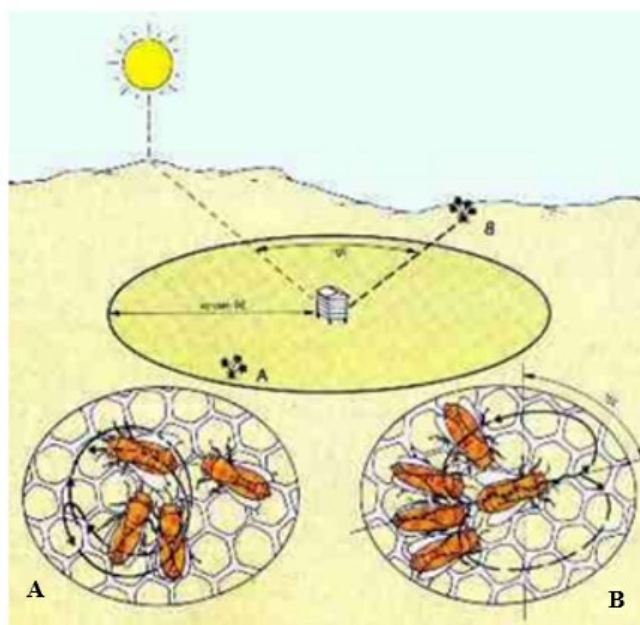


Adaptado de Pegoraro et al. (2017, p. 6)

A direção da fonte de alimento é dada pela medida de amplitude do ângulo formado entre o Sol e o alimento desejado, tendo a colmeia como vértice. Assim, a dança do requebrado é realizada em linha reta sobre o favo e efetuada na vertical, correspondendo ao ângulo formado pela junção da posição da fonte de alimento com a linha do Sol, com a colmeia como ponto de interseção das duas linhas. A duração da dança e a frequência com que a abelha-operária move o corpo estão relacionadas com a distância da fonte de alimento em relação à colmeia. Quanto maior a frequência do movimento corporal, maior é a distância da fonte de alimento.

Estas danças podem variar de acordo com a distância e a direção da fonte de alimento em relação à colmeia. A dança circular, esquematizada na Figura 1.3. (A) é realizada quando a fonte está a menos de 100 metros da colmeia. A dança do requebrado, esquematizada na Figura 1.3. (B) é realizada quando a fonte está a mais de 100 metros da colmeia. É uma dança mais complexa e envolve coordenadas relacionadas com a posição da colmeia e do Sol, criando um ângulo. Portanto, a *Apis mellifera* apresenta um tipo de linguagem que lhe permite, além da comunicação, a sobrevivência da espécie (Pegoraro et al., 2017).

Figura 1.3. Representação dos movimentos das abelhas: dança circular e da dança do requebrado.



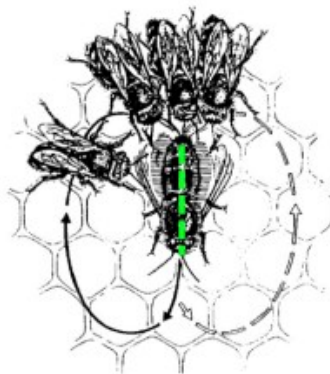
Adaptado de Frisch (1973)

Dança circular: Quando uma abelha *Apis mellifera* tenciona avisar às restantes abelhas que existe uma fonte de alimento a menos de 100 metros da colmeia, realiza uma "dança circular" na vertical, sobre o favo de mel. Neste tipo de dança, a abelha alterna voltas no sentido dos ponteiros do relógio com voltas no sentido contrário. Por exemplo, uma volta para a direita, outra para a esquerda, ou duas para a direita e duas para a esquerda. Alternadamente, a abelha que realiza a dança oferece às abelhas-operárias uma gota do néctar que recolheu. Posteriormente, as abelhas-operárias que assistiram à dança

saem da colmeia para procurar, nas proximidades, a fonte de alimento que tenha o mesmo cheiro do néctar oferecido pela operária que indicou a localização do alimento. A dança circular serve, portanto, para transmitir a informação da existência de alimento nas proximidades da colmeia, embora não transmita exatamente a posição e a distância.

Dança do requebrado: Se o alimento está a mais de 100 da colmeia, a abelha desloca-se em frente, por uma pequena distância, regressando ao ponto inicial por um semicírculo. A seguir, desloca-se novamente em frente e regressa ao ponto inicial descrevendo um outro semicírculo na direção oposta. Se a dança é feita, por exemplo, a 30 graus à direita da vertical, significa que o alimento se encontra a 30 graus à direita do Sol. Então, a abelha que ocupa a parte central do favo está, naquele instante, movendo-se rapidamente de um lado para o outro ao mesmo tempo em que se desloca em linha reta na direção vertical, no sentido de cima para baixo (Whitrow, 2005). Essa trajetória assemelha-se ao número oito, sendo que o movimento corporal acontece enquanto a abelha se desloca ao longo do segmento a direita. Durante as voltas (para a esquerda e para a direita), a abelha apenas caminha sem balançar o corpo (Figura 1.4.). Tal como na dança anterior, também na dança do requebrado as restantes abelhas recebem as informações sobre o local do alimento. A dança é “repetida diversas vezes, e não só anuncia que a fonte está longe como informa a distância e a direção do lugar” (Whitrow, 2005, p. 56). No estudo de Sá et al. (2018), os investigadores observaram o tipo de dança realizado pelas abelhas, concluindo que a mais frequente foi a dança do requebrado.

Figura 1.4. Ilustração dos movimentos da abelha na dança do requebrado.

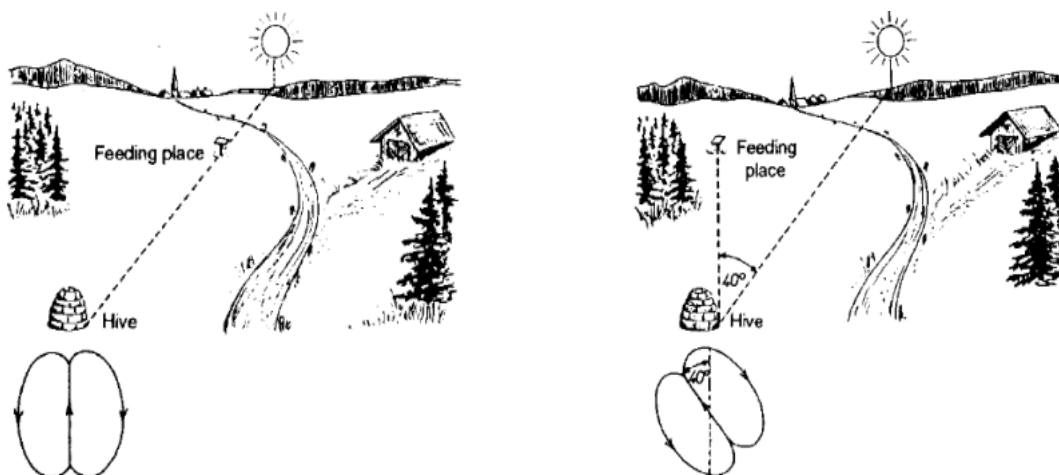


Adaptado de Frisch (1073

Frisch (1973) observou que as direções de deslocamento, enquanto as abelhas moviam o corpo, mudavam ao longo do dia conforme o Sol ia mudando a sua posição no céu. Essas observações permitiram concluir que as abelhas usam o Sol como bússola para determinarem em que direção a fonte de alimento se encontra.

As figuras que se seguem ilustram situações em que as abelhas comunicam usando como base as informações sobre a posição do Sol visível no céu. A Figura 1.5 (lado esquerdo), ilustra a situação em que o alinhamento está entre a colmeia e o Sol. Neste caso, conforme realça Frisch (1973), o trajeto em linha reta percorrido pela abelha, enquanto ela movia o corpo, será realizado na direção vertical, em relação à superfície da Terra, e no sentido de baixo para cima. Assim, as restantes abelhas irão voar na direção do Sol.

Figura 1.5. Local de alimento na direção do Sol. **Figura 1.6.** Local de alimento a 40°.



Adaptado de Frisch (1973)

Já na situação da Figura 1.6, a fonte de alimento forma um ângulo de 40 graus em relação à direção que une o Sol à colmeia. Nesta situação, a abelha já não realiza o trajeto em linha reta na vertical, mas sim na direção que forma um ângulo de 40 graus, no sentido anti-horário, em relação à vertical. Notou-se, assim, que a direção vertical, na colmeia, é tomada como referência pela abelha para indicar a direção que une a colmeia ao Sol e o caminho até ao alimento.

Uma vez que, ao longo do dia, o Sol vai mudando a sua posição no céu, as abelhas vão ajustando a direção do deslocamento em linha reta, enquanto movem o corpo, de

forma que o ângulo desse deslocamento, em relação à vertical, corresponda à direção do alimento em relação ao Sol, considerando a sua nova posição. Isto significa que as abelhas possuem a sensibilidade para detetar a luz polarizada do céu.

Nos seus estudos, Evangelista et al. (2014) verificaram o mesmo em relação à luz do Sol. Os autores concluíram que as abelhas, quando vão em busca de alimento, captam informações provenientes da luz polarizada do céu para perceber a posição do Sol e utilizá-lo como bússola e referência para a comunicação com outras abelhas sobre a localização do alimento. Isto pode ser particularmente útil quando o Sol se encontra, por exemplo, atrás de uma montanha.

Além das danças referidas, as abelhas utilizam sinais químicos ou cheiros (feromonas), sons ou ruídos, os quais servem para comunicar a localização de alimentos.

Enquadramento curricular

Este documento circunscreve a abordagem curricular adotada para explorar conteúdos das áreas da Matemática e das Ciências Naturais através do estudo das abelhas *Apis mellifera*. Em conformidade com as AE e o PASEO, o currículo foi estruturado em tópicos e subtópicos para promover uma aprendizagem integrada e significativa.

Segundo as AE de Matemática e de Ciências Naturais do 5.º ano, os estudantes foram incentivados a identificar e aplicar conexões entre conceitos matemáticos de diversas áreas, percebendo a Matemática como uma disciplina coesa e interligada. Da mesma forma, o PASEO destaca a importância de uma abordagem integrada e contextualizada para promover uma aprendizagem significativa e aprofundada.

No que diz respeito às Ciências Naturais, o foco foi direcionado para o estudo da abelha *Apis mellifera*, porque no documento AE refere que é fundamental os alunos investigarem sobre a "Diversidade dos seres vivos e suas interações com o ambiente", conforme estabelecido no AE.

Do documento curricular AE de Ciências Naturais consta:

- Vincular as características (formato corporal, revestimento, órgãos de locomoção) de uma espécie animal com o seu ambiente e o seu habitat;
- Associar as dietas dos seres ao ambiente em que vivem, considerando conhecimentos de outras áreas;

- Compreender sobre a relevância dos rituais de acasalamento dos animais para a transmissão de características e a perpetuação das espécies;
- Analisar dados sobre animais que sofrem metamorfoses completas durante o seu desenvolvimento.

No âmbito das AE de Matemática, o tema "**conexões**" indica o entendimento entre ideias matemáticas de diferentes temas, e compreender esta ciência como coerente e articulada. No subtópico "**conexões internas**", sobressai a importância de reconhecer e aproveitar a inter-relação entre várias ideias matemáticas. Por outro lado, o subtópico "**conexões externas**" destaca o uso pragmático de conceitos matemáticos, incumbindo os alunos da resolução de problemas em diferentes domínios, sejam outras áreas do conhecimento e/ou situações do quotidiano. Para alcançar esses objetivos, é crucial desenvolver uma predisposição positiva para a aprendizagem da Matemática. Neste sentido, DGE (2013) referem que:

“Isto pressupõe a possibilidade de crianças e jovens aprenderem Matemática usufruindo dela com gosto e acompanhadas de um sentimento crescente de autoconfiança na sua capacidade de lidar de modo autónomo com a Matemática. O gosto e a autoconfiança são ambos fatores essenciais que interferem positivamente com a predisposição para a aprendizagem” (p. 3).

Esta abordagem não recai apenas para consolidar o conhecimento matemático dos alunos, mas também a sua importância prática. Prepara indivíduos para utilizar a Matemática como uma ferramenta eficiente e flexível em diversas áreas das suas vidas.

No tema de Geometria e Medida, a dança das abelhas *Apis mellifera* proporciona um contexto para explorar conceitos matemáticos. Relativamente ao subtópico "Amplitude de um ângulo e Construção de ângulos," espera-se que os alunos sejam capazes de:

- Compreender que a amplitude de um ângulo pode ser medida, conhecendo a unidade de medida grau;
- Medir a amplitude do ângulo usando um transferidor, com aproximação ao grau, e classificá-lo;
- Fazer estimativas de medida de amplitude de um dado ângulo, por comparação com amplitudes de ângulos de referência (45°, 90° e 180°);
- Construir ângulos com uma dada medida de amplitude.

Nas AE de Matemática o tema “área do triângulo,” espera-se que os alunos sejam capazes:

- Generalizar e justificar a expressão para o cálculo da medida da área do triângulo a partir do paralelogramo, utilizando material manipulável.

Os conhecimentos matemáticos constituem ferramentas fundamentais a mobilizar no trabalho em Matemática e na sua interação com outras áreas do saber ou da realidade. Os alunos devem ter oportunidade de aceder a estes conhecimentos e de reconhecer o seu valor, compreendendo o que significam, como se relacionam, que potencialidades oferecem para interpretar e modelar o mundo e resolver problemas.

Conexões internas e externas na aprendizagem

O desenvolvimento de vínculos entre conceitos matemáticos possibilita, ao mesmo tempo, “romper com a perspectiva de que a matemática pode ser vista como um conjunto de temas soltos e desarticulados entre si, e aprofundar a compreensão de conceitos e de procedimentos matemáticos. O mesmo se aplica ao estabelecimento de conexões entre ideias matemáticas e ideias associadas a outros saberes” (Amaro et al., 2019, p. 189).

Amado et al. (2019) discutem as conexões matemáticas no contexto da educação. Além disso, como refere Canavarro (2018), os alunos descobrem que a matemática é útil para explicar situações extramatemáticas e permitir antecipação e intervenção nessas situações. Isso leva-os a ter uma visão mais favorável da matemática. Assim, eles aprendem não apenas o conteúdo da matemática, mas também outros assuntos.

O ciclo de modelação constitui uma ferramenta essencial para o estabelecimento de conexões, nomeadamente, de conexões entre a Matemática e o que está para além dela, sejam outras disciplinas, outros domínios do saber, sejam ciências, humanidades ou artes, ou a vida do dia a dia e suas práticas reais dos alunos. Muito embora se adegue na perfeição a situações que podem ser matematizadas através de funções matemáticas, também funciona no âmbito de modelos matemáticos de outros tipos, como, por exemplo, um esquema que traduz uma situação (Canavarro, 2018, p. 40).

Assim, a mobilização do conhecimento inter e extramatemático assume, neste estudo, um aspeto chave no estabelecimento de conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais. Esta ideia vem certificar a importância, quer para os investigadores

quer para os futuros professores, de se conhecer os passos de modelação relevantes levados a cabo na resolução de uma tarefa de modelação, a sua transição e barreiras cognitivas (Blum & Ferri, 2009; Galbraith & Stillman, 2006).

Além disso, conforme Amaro et al. (2019) destacam, a utilização de diversas representações e a integração de contextos intra ou extramatemáticos não só aprofundam a compreensão dos conceitos, como tornam a aprendizagem mais significativa e motivadora para os alunos, nomeadamente no Ensino Básico. Como nos indica Canavarro (2018), a modelação e a experiência que ela comporta pode constituir uma oportunidade para proporcionar uma prática matemática mais realista e completa aos alunos. A capacidade de estabelecer conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais ajuda-os a perceberem a relevância e aplicabilidade da Matemática no quotidiano, promovendo uma atitude positiva em relação às disciplinas e melhorando o percurso escolar dos alunos.

Na realidade, a investigação “tem vindo a revelar que a Matemática escolarizada que os alunos aprendem diariamente nas salas de aulas não os prepara necessariamente para lidar com situações efetivamente reais” (Bonotto, 2001 citado em Navarro, A., 2018, p. 41). Assim, as tarefas propostas para este estudo uniram conceitos da Matemática e das Ciências Naturais, auxiliando na compreensão dos temas e proporcionando uma contextualização relevante por meio dos exercícios práticos, em que os alunos são parte ativa da tarefa de aprendizagem. Nesta linha, “apresentar a matemática como um todo articulado e também relacionado com outras áreas exige que o professor considere as conexões existentes no seio desta disciplina e, de forma consciente e intencional, as faça emergir na atividade de sala de aula” (Amaro et al., 2019, p. 190).

Tarefa no pátio da escola, recorrendo ao *Role-Playing Game*

Metodologias alternativas para a abordagem de conteúdos por parte dos professores têm adquirido maior visibilidade ao longo do tempo, nomeadamente o uso de jogos e recriações, como forma de despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos em estudo (Titon, Pereira & May, 2022). Neste sentido, surge o *Role-Playing Game* (RPG), também conhecido por “jogo de interpretação de personagens”, em que os jogadores/discentes assumem os papéis de personagens e criam narrativas colaborativamente com outras áreas. Existe um sistema de regras pré-determinado, dentro das quais os alunos podem improvisar livremente.

O *Role-Playing Game* tem particularidades que o tornam um excelente instrumento educacional, “pois com ele, a exposição de qualquer assunto pode-se tornar divertida, fazendo com que o aluno aprenda de uma forma lúdica e se aperceba da importância e aplicação de determinados conteúdos didáticos na vida real” (Carvalho, 2013, p. 28). Amaral (2008) afirma que o seu uso é amplamente incentivado pelo Ministério da Educação (ME) como um importante método de ensino. É usado para aguçar a cooperação e o raciocínio lógico dos estudantes. Possui regras que o definem e que orientam o que os personagens podem ou não fazer.

A aplicação desta metodologia é bastante eficaz, nomeadamente para estratégias pedagógicas que pretendem articular duas áreas do saber, como a Matemática e as Ciências Naturais. Alguns investigadores enfatizam o uso desta abordagem, referindo que a aplicação de jogos e brincadeiras interativas tornam a aprendizagem mais envolvente e acessível, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos pelos alunos (Akimkhanova et al., 2023).

No contexto educativo, a metodologia RPG é uma abordagem que utiliza a estrutura e os elementos dos jogos de interpretação de papéis para promover a aprendizagem ativa nos alunos, o desenvolvimento de competências sociais e emocionais, e a compreensão de conteúdos curriculares. Simkins (2024) observa que “jogos de interpretação de papéis, como Dungeons & Dragons, podem estimular a curiosidade intelectual e o crescimento dos alunos, integrando tópicos como matemática, ciência, história, e leitura crítica” (p. 45).

É importante referir que a metodologia didática RPG na implementação de tarefas requer uma base sólida, preparação cuidadosa e testes preliminares para prever as dificuldades, estratégias e resultados dos alunos. Conforme afirmado por Akimkhanova et al. (2023), destaca-se a importância de preparar antecipadamente os conceitos dos jogos e as metas de ensino definidas pelos professores. Com base neste objetivo, e tendo em conta o nível preceptivo dos participantes, foram definidos os recursos visuais e materiais necessários.

Capítulo 2 – Enquadramento Metodológico

Neste capítulo, pretendemos explicar e justificar as opções metodológicas, incluindo os métodos da recolha e análise de dados, bem como caracterizar os participantes e o contexto de investigação e implementação educativa. A pesquisa foi realizada durante o trabalho de campo para a unidade curricular de Prática de Ensino Supervisionada no 2.º ciclo do Ensino Básico e decorreu nos dias 3, 10, 21 e 24 de maio de 2024.

Este estudo é baseado numa abordagem qualitativa e interpretativa, que aponta compreender as experiências, as perspetivas e os significados dos alunos, conforme oposto à abordagem quantitativa, que envolve a medição de variáveis e a análise estatística. De acordo com Creswell, (2013), a investigação qualitativa proporciona uma visão inclusiva e detalhada da experiência humana, ajudando a construir um significado. Da mesma forma, Denzin e Lincoln (2018) declararam que a abordagem pode conduzir a uma compreensão de vários fenómenos sociais.

Participantes e Contexto Educativo

O presente estudo de investigação foi desenvolvido numa Escola Básica de um agrupamento de escolas do Algarve, cujo calendário escolar está dividido em semestres. Os participantes foram alunos de uma turma do 5.º ano de escolaridade do 2.º CEB, composta por um total de vinte alunos, dos quais doze são do sexo masculino e oito do sexo feminino. Entre os alunos, nove não são de nacionalidade portuguesa, sendo oriundos da Ucrânia, França e Brasil, contudo, apenas um aluno revela dificuldade na compreensão da língua portuguesa.

No primeiro semestre, observou-se que os alunos, em geral, apresentam um baixo desempenho escolar, especialmente na área de Matemática, onde 40% da turma obteve resultados insuficientes. Durante o segundo semestre, em que estive presencialmente com a turma, uma aluna deixou de comparecer às aulas, contudo, em geral, os alunos têm um percurso escolar estável. Quanto ao comportamento, a turma, no global, demonstra atitudes adequadas e cumpre as regras de conduta, o que contribui para um ambiente de sala de aula propício à aprendizagem. No entanto, em algumas situações esporádicas, foi necessário adotar uma postura mais firme com dois ou três alunos que apresentaram

comportamentos desafiadores.

Saliento que os nomes dos alunos utilizados neste estudo são fictícios, de modo a garantir o seu anonimato, apesar de ter sido solicitada aos Encarregados de Educação uma autorização para a recolha de todo o tipo de dados por parte dos seus educandos. Os pais/EE foram informados que os dados apenas seriam utilizados para fins académicos (ver Apêndice A).

Implementação educativa e de investigação

As tarefas de investigação propostas aos alunos foram realizadas ao longo de quatro aulas do 5.º ano, especificamente nas disciplinas de Matemática e de Ciências Naturais. As primeiras duas aulas tiveram uma duração de 45 minutos cada, enquanto as duas aulas seguintes tiveram uma duração de 90 minutos cada.

Foi construída uma sequência de aprendizagem que contava com um total de quatro tarefas. Nesta sequência, procurei ter especial atenção à diversificação da estratégia didática nas várias fases das aulas, nomeadamente a recursos visuais (vídeos e imagens), materiais manipuláveis, fichas de aprendizagens e recursos tecnológicos.

No primeiro momento, numa aula de 45 minutos, abordamos a anatomia das abelhas *Apis mellifera*. Iniciamos com uma nuvem de ideias dos alunos com recurso aos seus telemóveis, através da aplicação *mentimeter*. Na aplicação móvel, os alunos viam a questão: O que eu sei sobre as abelhas? Após a realização da nuvem de ideias, projetamos as respostas e analisamos as palavras relacionadas com os conhecimentos prévios dos alunos sobre as abelhas.

No momento seguinte, os alunos assistiram a um vídeo, traduzido e narrado por mim, que continha informações sobre a anatomia, o regime alimentar e a organização social das abelhas *Apis mellifera*.

De seguida, enquanto eu registava no quadro ideias relativas à anatomia das abelhas, incluindo como se reproduzem, alimentam e se organizam socialmente, os alunos fizeram anotações no caderno. Posteriormente, observaram exemplares reais de uma abelha, uma vespa comum, uma vespa asiática e um favo de mel (devidamente vedados em caixas de Petri). Os alunos realizaram registo fotográfico com os telemóveis e

debateram sobre o que observavam e colocaram questões em grupo-turma.

No segundo momento, numa aula de 45 minutos, abordámos a diferença entre abelhas e vespas, com base na distinção feita por Martinho (2017) de que as abelhas são descendentes das vespas, diferenciando-se destas pelo seu padrão alimentar: enquanto as vespas se alimentam de pequenos insetos e aranhas, as abelhas nutrem-se de néctar das flores. Diante dessa distinção, surgiu a questão: “Até que ponto as abelhas e as vespas são semelhantes?”

Inicialmente, os alunos registaram num cartão a veracidade ou falsidade de afirmações apresentadas (Apêndice B) relativas aos dois insetos, de forma individual, antes de receberem qualquer informação sobre a diferenciação desses dois insetos. Posteriormente, interagiram em grupo-turma e através de um *PowerPoint* interativo construído por mim com sons e imagens relativos ao tema e às afirmações apresentadas nos cartões. Desta forma, os alunos puderam confrontar suas ideias prévias e compará-las com as informações corretas fornecidas. Esta dinâmica ajudou-os a identificar equívocos comuns e a consolidar o conhecimento sobre as abelhas *Apis mellifera* e as vespas. Seguiu-se uma síntese também dialogada em grupo-turma.

No terceiro momento, numa aula de 90 minutos, coloquei a seguinte questão à turma: "Por que razão o favo de mel tem a forma hexagonal?". Numa perspectiva de aprendizagem centrada no aluno, comecei a aula pedindo-lhes que escrevessem as suas reflexões sobre a forma hexagonal dos favos de mel numa folha com esta forma geométrica. Assim, foi possível observar e detetar conexões externas dos alunos sobre esta temática. Em seguida, os alunos colaram suas respostas numa cartolina fixada no quadro da sala, permitindo uma visualização coletiva das diferentes ideias.

Posteriormente, em pequenos grupos, os alunos tentaram criar pavimentações com material manipulável, designadamente figuras geométricas (pentágonos regulares, círculos, triângulos equiláteros, hexágonos regulares e quadrados), recortadas em papel, todas com o mesmo perímetro. Os alunos verificaram que apenas os triângulos equiláteros, os hexágonos regulares e os quadrados pavimentavam o plano perfeitamente, sem deixar espaços vazios nem fazer sobreposições. No entanto, os pentágonos e círculos não permitiram uma pavimentação completa, apresentando lacunas entre as formas. Isso levou os alunos a compreenderem a influência da amplitude dos ângulos e a congruência

das arestas na formação de pavimentações perfeitas.

Partilharam as suas descobertas com os colegas num momento dedicado à discussão em grande grupo. Posteriormente, realizaram, individualmente, uma ficha de aprendizagem (apêndice C) com tarefas relacionadas a perímetros e áreas de figuras planas. Após concluírem que só seria possível construir uma pavimentação com triângulos equiláteros, hexágonos regulares e quadrados, os alunos tentaram descobrir qual destas figuras teria maior área, com perímetro igual. Para tal, tentaram construir estas três figuras sobre papel quadriculado, usando fios com 12 cm de comprimento. No final, contaram as quadriculas para calcular a área aproximada de cada figura. Incentivou-se os alunos a levantarem hipóteses e a considerarem os possíveis benefícios da escolha da base hexagonal, de forma a envolve-los na discussão e na exploração de conceitos.

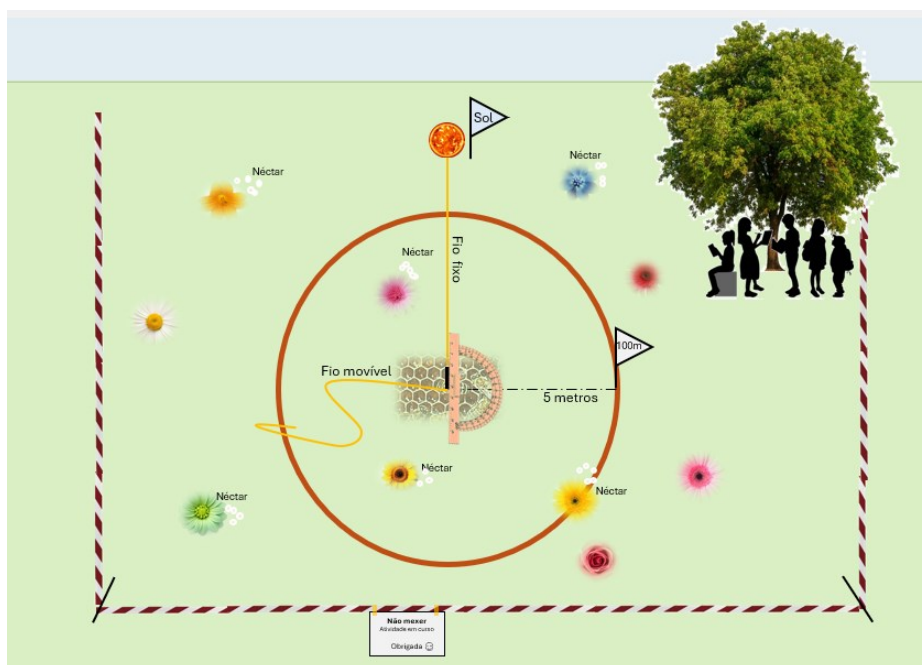
Na discussão sobre esta fase da tarefa, os alunos compararam as áreas das figuras planas trabalhadas anteriormente, discutimos as áreas calculadas e qual a melhor figura geométrica para o aproveitamento de espaço, explorando a geometria utilizada pelas abelhas como aplicação dos conceitos de área e perímetro. Essa análise permitiu aos alunos identificar que a forma de favos de mel mais eficiente do ponto de vista do uso de recursos (cera) e de armazenamento de espaço era a forma hexagonal.

Por fim, numa aula de 90 minutos, realizou-se uma tarefa relacionada com a dança das abelhas. Esta tarefa foi dividida em duas fases. Na primeira fase, realizou-se uma introdução ao tema onde os alunos assistiram a um pequeno vídeo sobre a descoberta do investigador Karl von Frisch. Este vídeo revelou que as abelhas comunicam entre si quanto à localização de fontes de alimento através de danças específicas. Representei esquemas no quadro dos dois tipos de dança (a circular e a do requebrado) e os alunos registaram nos cadernos. Com o meu corpo, tentei reproduzir os diferentes movimentos para que os alunos os conseguissem identificar. De seguida, foi distribuída uma ficha de aprendizagens (trabalho autónomo; Apêndice D) onde os alunos revisitaram conceitos relacionados com a medição da amplitude dos ângulos com recurso ao transferidor.

Na segunda fase, os alunos dirigiram-se ao pátio da escola, onde preparei, antecipadamente, o esquema de uma circunferência com um diâmetro de 10 metros, pela impossibilidade de representar as distâncias reais devido à limitação de espaço. No local, coloquei representações (em diferentes materiais) de flores, do Sol e de uma colmeia,

distribuídas estrategicamente pelo relvado como representa o protótipo da Figura 2.1. Algumas flores tinham, na superfície inferior, bolinhas de feltro que representavam o néctar e que não conseguiam ser vistas pelos alunos.

Figura 2.1. Protótipo da tarefa no exterior.



Os alunos trabalharam em duplas e receberam cartões com tarefas numeradas e uma ficha de aprendizagem (Apêndice E). Foram chamados por número de tarefa para representar o que lhes era pedido no enunciado escrito no cartão, enquanto as restantes duplas registaram na ficha de aprendizagem (Apêndice F).

Cada dupla tentou construir o ângulo que lhe era solicitado, usando um transferidor grande e dois fios: um solto e outro fixo à linha do Sol (imagem ilustrativa). Tendo em conta a medida da sua amplitude, verificavam a direção que deveriam seguir. Se executassem corretamente o procedimento, seriam recompensados com a descoberta de uma flor contendo alimento (representado pelas bolinhas que simbolizavam o alimento). Outras flores, posicionadas em ângulos incorretos, não continham estas bolinhas. Quando identificadas as flores corretas, o alimento era recolhido e levado de volta à colmeia localizada no centro da circunferência. Para concluir a aula, durante a discussão coloquei algumas questões sobre o tema abordado, recolhendo o *feedback* dos alunos relativamente às aprendizagens adquiridas e à sua participação na aula.

É importante referir que a estratégia didática e a organização da turma foram planificadas por mim, construídas em colaboração com as minhas orientadoras e com as sugestões do Professor Cooperante, tendo por base os documentos oficiais em vigor, que privilegiam a diversificação em termos de ferramentas didáticas bem como a possibilidade de realizar tarefas de forma individual, a pares, em pequenos grupos ou em grupos-turma.

Relativamente às tarefas de aprendizagem sobre as “danças das abelhas”, estas foram previamente preparadas e testadas com as minhas orientadoras do relatório da PES, no relvado do Campus da Penha, da Universidade do Algarve.

Instrumentos de Recolha e Análise de Dados

O estudo em questão enquadra-se no paradigma qualitativo. Os dados foram recolhidos durante as aulas de intervenção pedagógica através de observação participante, registos fotográficos, em áudio e em vídeo, e análise das produções escritas dos alunos. A recolha de dados foi rudimentar para fundamentar esta investigação, destaco o *feedback* da futura professora e dos alunos.

Bogdan e Biklen (2003) afirmam que a introdução do observador no grupo observado possibilita uma análise global e aprofundada do objeto de estudo e afirmam que caracteriza a abordagem não documental conhecida como observação participante. Neste estudo, o principal instrumento de observação fui eu, como investigadora. Mantive o contacto direto, frequente e constante com os alunos e com o contexto. Além disso, os registos fotográficos e documentais foram utilizados para apresentar evidências e os testemunhos dos alunos em cada fase da realização das tarefas. Foi realizada uma análise de cariz interpretativo (Denzin & Lincoln, 1989; Patton, 1987), tendo sido cruzada a informação proveniente das diferentes fontes.

Todos os momentos das aulas foram gravados em áudio, com o objetivo de manter um registo completo do processo de desenvolvimento e conclusão das tarefas. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), "os registos fotográficos e as gravações de áudio estão intrinsecamente ligados à investigação qualitativa, pois fornece dados descritivos que são utilizados para compreender a subjetividade dos participantes" (p. 56).

Os dados deste estudo emergiram da realização das tarefas de aprendizagem em

sala de aula e no jardim da escola. Foram organizados segundo as categorias: **Conexões internas das Ciências Naturais, Conexões internas da Matemática, Conexões externas da Matemática e das Ciências Naturais, Conexões externas entre a Matemática e o cotidiano e Conexões externas entre as Ciências Naturais e o cotidiano.**

Capítulo 3 – Análise dos dados e sua discussão

Neste terceiro capítulo, apresento os principais resultados do processo de investigação. É feita uma descrição das aulas em que as tarefas foram implementadas e, no que lhe respeita, acompanhadas das reflexões realizadas por mim, consideradas mais pertinentes, tendo em conta as aprendizagens dos alunos na procura de respostas à questão principal da investigação: De que forma a dança das abelhas permite estabelecer conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais numa turma do 5.º ano do CEB? Ao longo da planificação das tarefas e de forma a contextualizar os alunos no tema principal, construíram-se tarefas de aprendizagem, ao longo da implementação educativa, com a colocação das questões seguintes:

- Que ideias apresentam os alunos do 5.º ano relativamente à temática das abelhas?
- O que distingue as abelhas das vespas?
- Por que razão os favos de mel das abelhas têm a forma hexagonal?
- Como se comunicam as abelhas *Apis mellifera* para indicar, um bom alimento, às outras abelhas?

Foram analisadas a variedade de conexões estabelecidas pelos alunos ao longo da análise de dados.

Parte 1. Que ideias apresentam os alunos do 5.º ano relativamente à temática das abelhas?

Para responder a esta questão, e como ponto de partida para a abordar ao tema, os alunos da turma construíram uma nuvem de ideias usando a plataforma *Mentimeter*. Nesta dinâmica, os alunos demonstraram conhecimentos muito rudimentares sobre o tema, escrevendo palavras/expressões como: [São pretas e amarelas]; [voam]; [têm asas]; [mel]; [pelo]; [o mel não perde a validade]; [têm um ferrão que pica]; [pólen]; [do pólen fazem mel]; [o mel não tem validade]; [...] (Figura 3.1).

João: Dentro desse casulo, a larva passa por uma grande mudança. É como se fosse mágica! Ela começa a ganhar asas, patas e todas as partes do corpo de uma abelha. Depois de algum tempo, a pupa transforma-se numa abelha adulta.

Martim: E depois a abelha sai do casulo e já está pronta para voar, recolher néctar, fazer mel e ajudar a colmeia.

João: Professora, e os zangões?

Investigadora: Muito bem. Relativamente aos zangões, tal como vimos no vídeo, são ovos não fecundados, ou seja, resultam da reprodução assexuada, enquanto as abelhas operárias e a rainha nascem de ovos fecundados através da reprodução sexuada, onde são exigidos dois progenitores, um masculino e um feminino. Perceberam?

João: Pois, os zangões nascem para fecundar a rainha e depois morrem.

Uma vez que os conteúdos anteriores estavam presentes, e como forma de manter o diálogo e o dinamismo da aula, mostrei três caixas de Petri (Figura 3.2), cada uma com uma amostra real de um inseto diferente: uma abelha, uma vespa asiática e uma vespa comum. Depois, apresentei um frasco com um favo de mel. Os alunos demonstraram grande interesse em observar e capturar fotografias. Sugeri-lhes que partilhassem os seus registos na comunidade online da turma, para que todos pudessem apreciá-los.

Figura 3.2. Amostras reais de uma vespa, de um favo de mel e de uma abelha.



Nenhum aluno manifestou receio ou indignação sobre a descoberta de novos conceitos ou particularidades das abelhas, contudo, Martim referiu que “apesar de ter aprendido que as abelhas recolhem o néctar das flores e que depois o entregam a outra operária através da boca, eu gosto muito de mel e vou continuar a gostar.” Assim, revelou uma **conexão interna em Ciência Naturais**, onde relaciona as características anatómicas das abelhas, nomeadamente a vesícula melífera à colheita do néctar das flores.

Após esta afirmação de Martim, foi conclusivo que este aluno esteve atento durante a abordagem à anatomia externa da abelha (Figura 3.3) e alguns conceitos da anatomia interna, nomeadamente a vesícula melífera, uma espécie de bolsa onde as abelhas armazenam o néctar de várias flores no interior do seu corpo, até o devolverem a outra abelha-operária, que o regurgita para os favos de mel, para a produção de mel, conforme indicado por Sá-Silva et al. (2009).

Figura 3.3. Estudo da anatomia de uma *Apis mellifera*.



Após esta atividade, que se revelou de grande relevância ao despertar interesse e motivação entre os alunos, estes demonstraram envolvimento e fizeram diversas perguntas, especialmente sobre as abelhas e a sua semelhança com as vespas. Informei-os que o próximo tema a ser abordado seria esse, proporcionando-lhes a oportunidade de refletir sobre as diferenças entre abelhas e vespas na aula seguinte. O conteúdo explorado permitiu aos alunos consolidar aprendizagens prévias das aulas de Ciências Naturais e relacionar esses conceitos ao inseto em estudo, facilitando a consolidação do conhecimento.

No final da aula, perguntei aos alunos se gostariam de adicionar novas palavras na nuvem de ideias construída no início da aula. Desta vez, as suas sugestões foram “geleia real” (Rute), “Larva” (Tomás), “inofensivas” (Petra), “polinização” (Beatriz), “importantes” (Maria Clara) e “organizadas” (José).

Com se pode observar através das palavras emitidas pelos alunos, estabelecem-se **conexões internas em Ciências Naturais**, associando o termo larva à metamorfose e desenvolvimento da abelha. Outros alunos referem-se a palavras inofensivas e importantes demonstrando a relevância das abelhas para o ecossistema. Quando dizem, organizadas e geleia real estabelecem uma conexão entre organização social e o alimento.

Esta aula ocorreu no dia 21 de maio, um dia após o Dia Mundial das Abelhas. Por essa razão, decidi ofertar os alunos com um autocolante alusivo ao tema, que os deixou bastante entusiasmados. Colaram-no prontamente nas suas blusas (Figura 3.4). Os discentes revelaram **conexões externas entre as Ciências Naturais e o cotidiano** ao quererem exibir os autocolantes que representam a comemoração do Dia Mundial da Abelha.

Figura 3.4. Autocolante: 20 de maio - Dia Mundial da Abelha.



A aula atingiu os objetivos de aprendizagem estabelecidos, nomeadamente no que respeita ao envolvimento dos alunos na tarefa, demonstrando um forte interesse no tema. A discussão sobre abelhas e vespas prometeu ser uma continuação interessante para a aula seguinte. A oportunidade de associar conceitos previamente aprendidos às observações feitas durante a aula enriqueceu a compreensão dos alunos sobre o mundo dos insetos. A inclusão de novas palavras à nuvem de ideias, por parte dos alunos, reflete o impacto do conteúdo discutido e a sua relevância como se pode observar através das palavras que emitiram.

Importa mencionar que, numa aula posterior em que estive com a turma, apesar do tema ser diferente, os alunos continuaram a colocar questões e a partilhar experiências

vivenciadas relacionadas com as abelhas. O comportamento dos alunos revelou que o assunto é de grande interesse para eles.

Parte 2: O que diferencia a abelha da vespa?

Durante esta aula, várias concepções dos alunos em torno do tema foram desmistificadas à medida que avançávamos a aula. Consegui captar o seu foco logo após uma breve introdução sobre o que abordariamos em aula: a distinção entre dois insetos, a abelha e a vespa.

Informei-os que na primeira parte da aula iriam verificar a veracidade de algumas informações, atribuindo-lhes "F" para falso e "V" para verdadeiro. As afirmações foram as apresentadas na tabela 3.1. com a veracidade e a descrição

Tabela 3.1. Afirmações da diferenciação entre abelhas e vespas

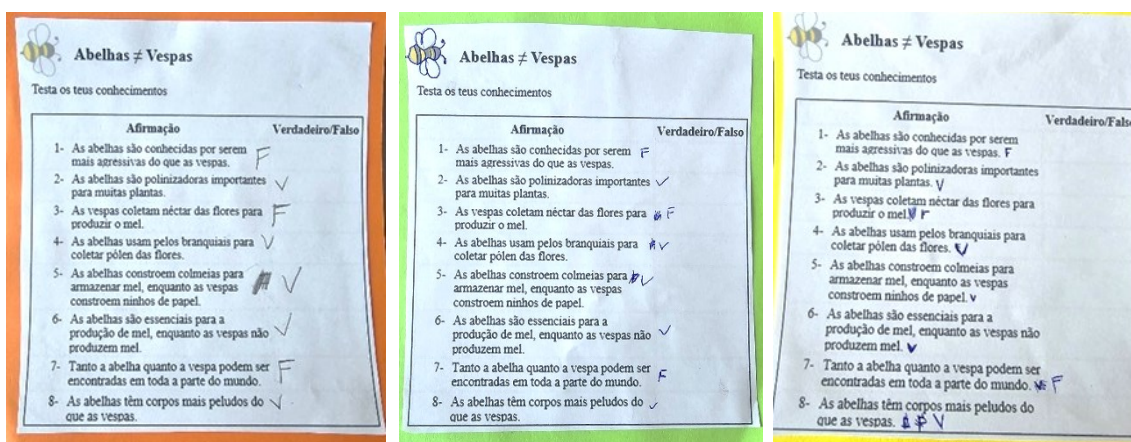
| N.º | Afirmação | Veracidade | Descrição |
|-----|---|------------|--|
| 1 | As abelhas são conhecidas por serem mais agressivas que as vespas. | F | As vespas apresentam maior agressividade, especialmente ao defenderem seus ninhos, podendo picar várias vezes por não perderem o ferrão. |
| 2 | As abelhas são polinizadoras importantes para muitas plantas. | V | As abelhas contribuem significativamente para a polinização das plantas, auxiliando na reprodução de frutos e sementes. |
| 3 | As vespas coletam néctar das flores para fazer mel. | F | As vespas não produzem mel; não coletam néctar das flores para este fim. |
| 4 | As abelhas usam os pelos do seu corpo para coletar o pólen das flores. | V | Os pelos no corpo das abelhas ajudam a transportar o pólen das flores de volta à colmeia. |
| 5 | As abelhas constroem colmeias para armazenar mel, enquanto as vespas constroem ninhos de papel. | V | As abelhas constroem colmeias de cera para armazenar mel, enquanto muitas espécies de vespas constroem ninhos de papel feitos de fibras de celulose. |
| 6 | As abelhas são essenciais para a produção de mel, enquanto as vespas não produzem mel. | V | As abelhas são responsáveis pela produção de mel, uma importante fonte de alimento, enquanto as vespas não têm essa capacidade. |
| 7 | Tanto a abelha quanto a vespa podem ser encontradas em toda a parte do mundo. | F | Embora sejam comuns em muitas regiões, abelhas e vespas não são encontradas na Antártida devido às condições extremas do ambiente. |
| 8 | As abelhas têm corpos mais peludos do que as vespas. | V | Geralmente, as abelhas têm corpos mais peludos, o que as ajuda no transporte de pólen das flores. |

Em seguida, analisámos cada afirmação em conjunto, interagimos com slides que exibiam imagens reais das afirmações e sons que indicavam se as afirmações nos cartões

eram corretas ou erradas. Desta forma, conseguimos proporcionar tempo para discussão em sala de aula, enquanto os alunos verificavam as respostas nos seus cartões.

Nos cartões apresentados na Figura 3.5, é perceptível observar que alguns alunos corrigiram as suas respostas iniciais, demonstraram ter uma melhor compreensão das diferenças e semelhanças entre abelhas e vespas após a discussão grupo-turma.

Figura 3.5. Cartões com afirmações sobre as abelhas e as vespas.



Apesar de serem insetos cujo habitat se encontra ao nosso redor, fazendo com que, frequentemente, nos deparemos com eles, muitas características entre as abelhas e as vespas são confundidas. Um tópico em que os alunos demonstraram alguma incompreensão foi acerca da construção dos ninhos. Quando surgiu esta dúvida, expliquei que “enquanto as vespas constroem os ninhos com uma espécie de pasta de papel feita de fibras de madeira, as abelhas constroem os seus favos com cera produzida por glândulas em seus corpos”. Porém, durante o debate em grupo-turma, sobressaíram outras questões:

Bárbara: Num ninho de vespas também existe uma rainha?

Investigadora: Sim, numa colónia de vespas também existe uma vespa-rainha.

Raul: Claro, assim como uma colmeia, um ninho de vespas é liderado por uma vespa-rainha. A vespa-rainha é muito importante para o ninho porque ela mantém tudo organizado e garante que a colónia de vespas continue a crescer. Esta organização é muito parecida com a das abelhas.

Tomás: Mas, se a abelha-rainha tem um regime alimentar especial (geleia real), então, a

futura vespa-rainha come outros insetos com mais nutrientes.

Investigadora: Sim, a vespa-rainha, assim como a abelha-rainha, é desenvolvida através de um regime alimentar especial. Quando necessário, a larva destinada a se tornar rainha recebe uma dieta mais nutritiva do que as larvas destinadas a se tornarem operárias. Esta alimentação especial permite o desenvolvimento das características físicas e capacidades reprodutivas necessárias para assumir o papel de rainha.

Rute: Neste caso as vespas são predadoras, comem pequenos insetos, mas também gostam dos nossos alimentos, como refrigerantes, frutas, bolos e outros doces, aqueles que são açucarados. Nós estamos sempre a vê-las em piqueniques e em esplanadas de restaurantes, quando vou passear com os meus pais.

Os alunos, durante este diálogo, revelaram **conexões internas das Ciências Naturais**. Por exemplo, quando Raul indica que [a vespa-rainha permite que a colónia continue a crescer], o aluno relaciona a propagação da espécie. Outro exemplo é o da aluna Rute que indica [estamos sempre a vê-las em piqueniques (...) quando vou passear com os meus pais], revelando uma **conexão externa entre as Ciências Naturais e o quotidiano**. No caso do aluno Tomás, que assinala que [a abelha-rainha tem um regime alimentar especial, então, a futura vespa-rainha come outros insetos com mais nutrientes], este aluno anexa uma **conexão interna das Ciências Naturais** ao relacionar o regime alimentar destes dois insetos.

Durante a abordagem desta tarefa, os alunos demonstraram um nível de atenção e participação adequados. Era evidente que o tema os motivava, provavelmente devido à sua ligação com estes seres vivos, um assunto com o qual a maioria das pessoas tem experiências pessoais. Os discentes aprenderam a distinguir abelhas de vespas, compreendendo características únicas de cada um desses insetos, como a aparência, o comportamento, a dieta, a organização de cada colónia e os habitats.

A análise das imagens nos slides e a correção das afirmações nos cartões incentivaram os alunos a observar detalhes e a analisar criticamente as informações apresentadas. A interação com os slides e os cartões promoveu a participação ativa dos alunos na aula, estimulando a colaboração e a troca de ideias entre eles para alcançarem um entendimento comum.

Ao corrigir as afirmações erradas e discutir as diferenças entre as abelhas e as

vespas, os alunos foram desafiados a pensar criticamente, a questionar e a justificar as suas respostas, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico. A tarefa proporcionou uma oportunidade para os alunos aplicarem os conceitos aprendidos sobre abelhas e vespas em situações práticas onde criaram conexões. Após aprenderem a distinguir entre abelhas e vespas em sala de aula, afirmaram que agora se sentem mais capazes de identificar corretamente esses insetos caso os avistem no seu dia a dia.

Parte 3: Por que razão os favos de mel têm uma forma hexagonal?

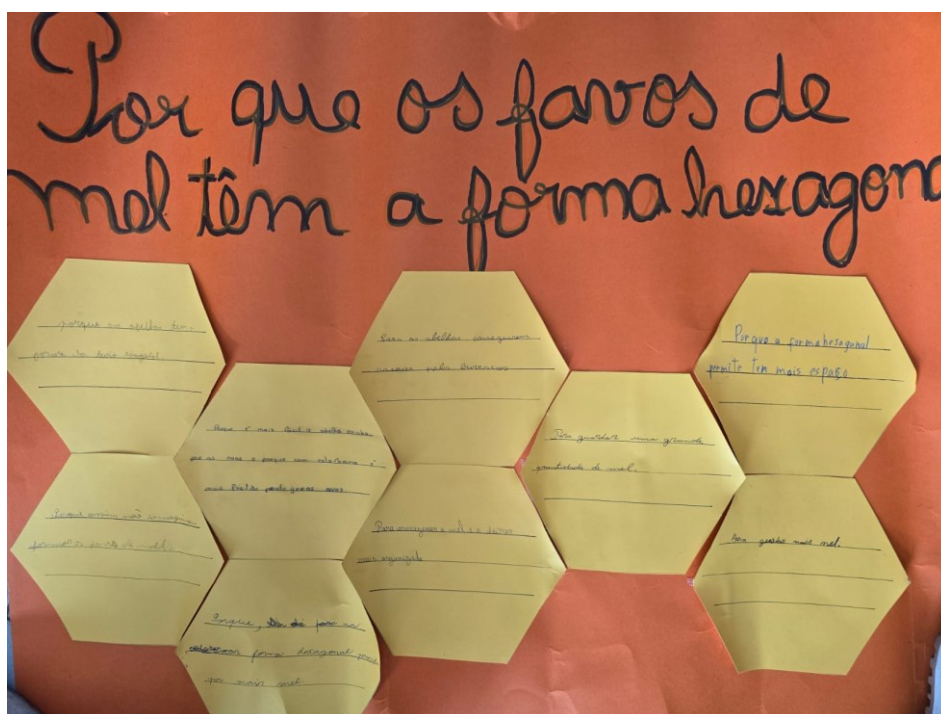
Na primeira fase desta tarefa, os alunos foram convidados a refletir sobre a razão pela qual os favos de mel construídos pelas abelhas têm uma forma hexagonal. Para iniciar a investigação, distribuí a cada dupla de alunos um pedaço de papel com a forma hexagonal, onde eles foram convidados a escrever as suas ideias, as suas hipóteses e/ou as suas reflexões acerca da questão. De seguida, fixavam com cola os papéis na cartolina, que, quando unidos, ilustravam a forma de uma colmeia, como representado na Figura 3.6.

Figura 3.6. Construção do cartaz.



A cartolina com o título: “Por que razão os favos de mel têm a forma hexagonal?” estava fixa no quadro da sala com ímanes. A montagem foi realizada gradualmente, à medida que os alunos, em pares, terminavam suas reflexões (Figura 3.6). Alguns alunos apresentaram dificuldades em encaixar as figuras de forma a não deixar espaços vazios, mas outros colegas, cooperativamente, davam indicações para ajudar. Posteriormente, analisámos as informações por eles fornecidas.

Figura 3.7. Cartaz construído pelos alunos.



Algumas ideias principais registadas pelos alunos representadas na Figura 3.7 sobre a razão dos favos terem a forma hexagonal foram, inicialmente, as seguintes:

Pedro e Rita: [Porque as abelhas têm a forma da boca hexagonal];

Martim e Bárbara: [Porque assim não conseguimos formar os favos de mel];

Maria e Joana: [Porque é mais fácil a abelha rainha por os ovos e porque com esta forma é mais fácil de gerar ovos];

Maria e Manuel: [Porque na forma hexagonal permite por mais mel];

José e Francisca: [Para as abelhas conseguirem passar pelos buracos];

Sofia e Rute: [Para armazenar o mel e o deixar mais organizado];

Eduardo e Raul: [Para guardar uma grande quantidade de mel];

Tomás e Petra: [Porque a forma hexagonal permite ter mais espaço];

Maria Clara e Leonardo: [Para guardar mais mel].

Como se pode ver numa das frases anteriores, que corresponde à perspetiva do Pedro e da Rita, o favo de mel teria a forma hexagonal porque tomaria a forma da boca da abelha. Maria e Joana colocam ênfase nos ovos, mas não estabelecem uma relação

com a forma hexagonal do favo de mel. José e Francisca, ao afirmarem que as formas hexagonais dos favos de mel servem para as abelhas conseguirem atravessar a estrutura, pensam que, possivelmente, com outra forma o corpo não conseguiria atravessar.

As últimas quatro declarações evidenciam uma preocupação com a forma de armazenamento de mel. No entanto, nenhum aluno especificou claramente que a forma hexagonal possui uma maior área em comparação com outras figuras geométricas. Verifiquei que, apesar de os alunos associarem a forma hexagonal dos favos de mel como a melhor opção de armazenamento, eles não conseguiam explicar por que razão essa forma é mais eficiente do que outras. Considerando que as aprendizagens são transversais e aumentam o grau de dificuldade conforme o nível de ensino dos alunos, esta fase da tarefa teve como objetivo revisar alguns conceitos já consolidados no 1.º CEB, nomeadamente sobre figuras planas e pavimentações (Figura 3.8).

Figura 3.8. Construção de pavimentações com materiais manipuláveis.

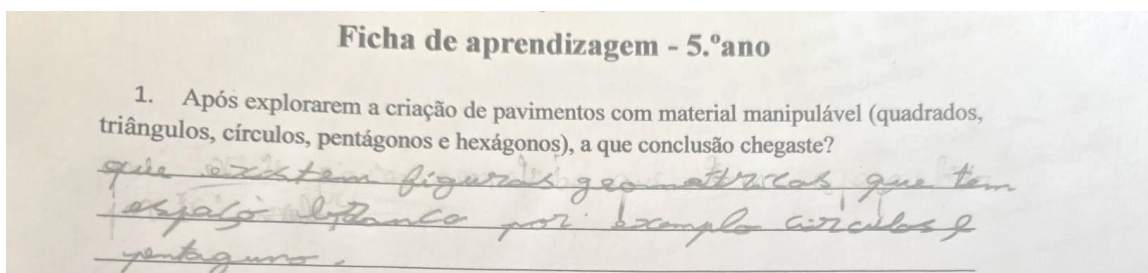


A turma foi dividida em grupos de quatro a cinco alunos. A cada grupo foram atribuídos 5 conjuntos de figuras geométricas recortadas em cartolina (círculos, triângulos equiláteros, quadrados, pentágonos regulares e hexágonos regulares), com oito exemplares congruentes de cada figura. Foi solicitado a cada grupo a criação de pavimentações utilizando essas figuras. Os alunos discutiram entre si e experimentaram diferentes maneiras de construir pavimentações, manipulando as figuras geométricas.

À medida que os grupos trabalhavam, tornou-se perceptível aos alunos que apenas algumas figuras geométricas permitiam a criação de pavimentações sem espaços vazios ou sobreposições. Observaram que os triângulos equiláteros, os quadrados e os hexágonos regulares eram as únicas figuras planas que possibilitavam pavimentações perfeitas. Como tal, referi que, quando os ângulos internos são divisores de 360 graus, podemos adicionar polígonos congruentes ao redor de um mesmo vértice até que a soma dos ângulos nesse ponto origine 360 graus. Dessa forma, os polígonos encaixam-se formando uma pavimentação.

Após terem verificado que só seria possível construir uma pavimentação com hexágonos regulares, triângulos equiláteros e quadrados, os alunos procederam à realização de uma ficha de aprendizagem, a pares.

Figura 3.9. Preenchimento da ficha de aprendizagem pelos alunos Eduardo e Raul.

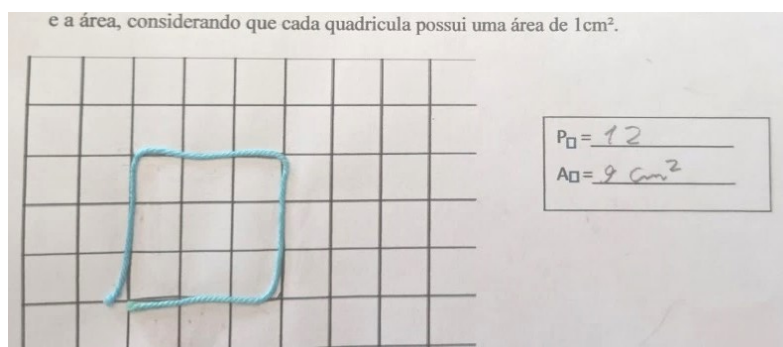


[Que existem figuras geométricas que tem [sic.] (deixam) espaços brancos, por exemplo, círculos e pentágonos].

Esta situação é exemplificativa do entendimento geral dos alunos, no qual estabelecem uma **conexão externa** ao associarem o encaixe das figuras geométricas a pavimentações/ladrilhos como conhecem do dia a dia. Eduardo e Raul respondem que, ao manipular as figuras geométricas, nem todas são capazes de formar pavimentações completas, como nos demonstra a Figura 3.9. Os alunos completaram oralmente que figuras como os círculos e pentágonos deixam espaços vazios quando tentamos encaixá-las.

No seguimento da aula, os alunos tentaram calcular a área aproximada das figuras que consideraram possíveis de construir a pavimentação, por meio da contagem das quadrículas no interior de cada figura. Uma vez que o perímetro seria igual em todas, forneci-lhes um fio com 12 centímetros de comprimento para construírem os polígonos.

Figura 3.10. Quadrado construído com o fio na quadricula, de José e Francisca.

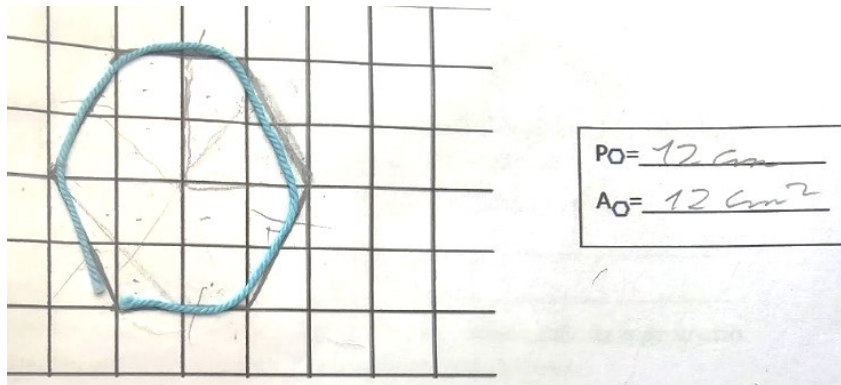


Assim, os alunos realizaram uma **conexão externa entre a Matemática e as Ciências Naturais**, compreendendo como a medida do perímetro e da área pode ser aplicada para entender um fenômeno natural.

Com a contagem das quadrículas e a soma dos lados do quadrado, José e Francisca conseguiram calcular a área corretamente (Figura 3.10). Outros alunos usaram uma estratégia diferente, obtendo o resultado através da fórmula ($A = l \times l$). Esta abordagem promoveu uma **conexão da Matemática** e da sua aplicação prática, permitindo aos alunos compreender como os conceitos matemáticos podem ser utilizados para resolver problemas do cotidiano.

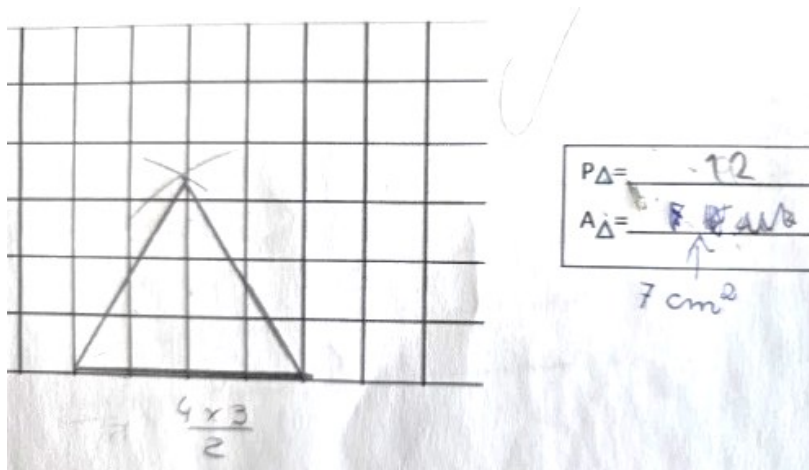
Relativamente ao cálculo das áreas através da contagem de quadrículas, no que diz respeito ao hexágono e ao quadrado, as figuras ilustrativas 3.11 e 3.12 representam o entendimento geral dos alunos, calculando corretamente a área aproximada destes polígonos.

Figura 3.11. Cálculo do perímetro e da área do hexágono.



Contudo, a área do triângulo apresentou-se com maior dificuldade, como representado na Figura 3.12. Rute e Sofia recorreram a procedimentos de cálculo devido à dificuldade em obter a área do triângulo apenas pela contagem das quadrículas. Embora conhecessem a fórmula $\frac{b \times h}{2}$, utilizada no 2.º CEB, cometeram um erro no cálculo.

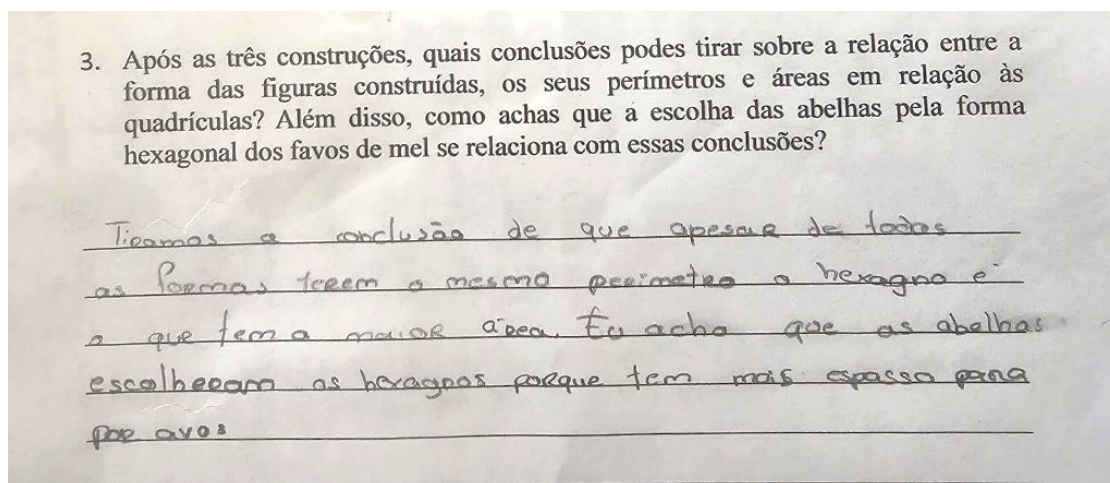
Figura 3.12. Cálculo do perímetro e da área do triângulo de Rute e Sofia.



Apesar desse equívoco, as alunas conseguiram comparar as áreas dos três polígonos e perceber que o hexágono possui a maior área, seguido pelo quadrado e, por último, o triângulo, apesar de todas as figuras terem o mesmo perímetro. Assim, referiram que as abelhas escolhem a forma hexagonal para a construção dos favos de mel porque

ela oferece mais espaço em relação à área de outros polígonos, permitindo um melhor aproveitamento do espaço para o armazenamento do mel e dos ovos (Figura 3.13). Entendimento global pelos restantes alunos da turma.

Figura 3.13. Preenchimento da ficha de aprendizagem de Rute e Sofia.



[Temos a conclusão de que apesar de todas as formas [sic.] (figuras) terem o mesmo perímetro o hexágono é o que tem a maior área. Eu acho que as abelhas escolheram os hexágonos porque tem mais espaço [sic.] (espaço) por área.]

Parte 4: A dança matemática das abelhas *Apis mellifera*

Fase 1: A aula começou com a seguinte questão, colocada por mim:

"Quando falamos de insetos, nomeadamente de abelhas, a que disciplina vocês associam?"

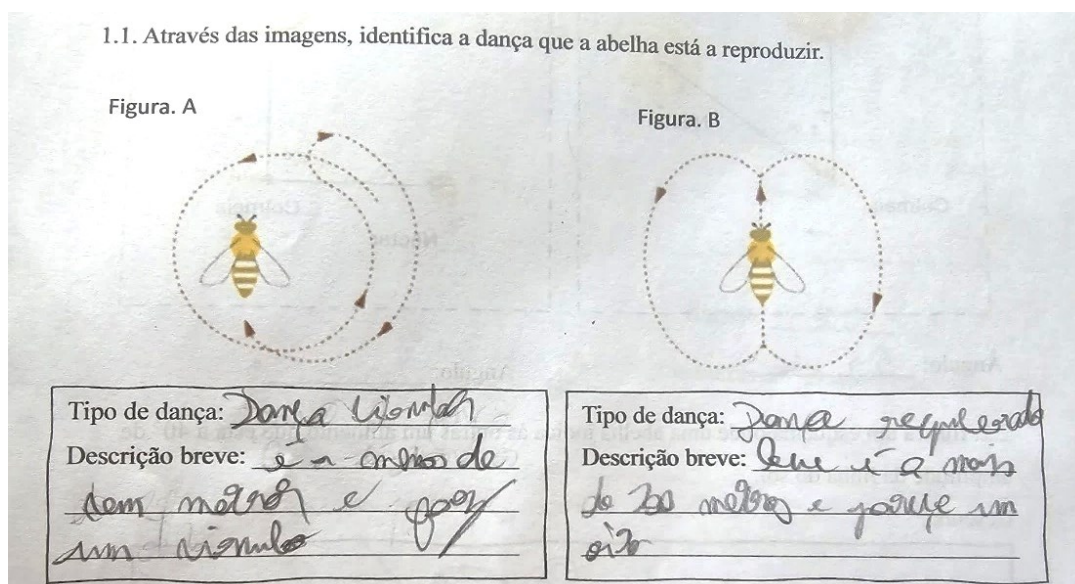
Em simultâneo, os alunos responderam: [às Ciências Naturais.], revelando uma **conexão interna** entre abelhas e insetos e demonstrando falta de conhecimento da aplicação da Matemática nesse contexto. Anunciei que iríamos abordar conteúdos de duas áreas do saber: Matemática e Ciências Naturais.

Inicialmente, os alunos assistiram a um vídeo retirado do *youtube* produzido pela *National Geographic* que representava imagens em desenho animado a explicar a descoberta do investigador Karl von Frisch das danças das abelhas. Durante a

visualização do vídeo, permaneceram atentos e, quando terminou, em uníssono ouviu-se [hoouoo], manifestando interesse sobre o tema.

Para recolher o seu *feedback* sobre a compreensão dos dois tipos de dança representados no vídeo, usei a metodologia RPG. Movimentei o meu corpo de diferentes formas para representar as danças das abelhas e questionei qual o tipo de dança que eu estava a representar. Os alunos demonstraram compreensão ao identificar, sem dificuldade, as duas danças. De seguida, registei no quadro os diferentes esquemas. No momento seguinte, os alunos realizaram uma ficha de aprendizagem individualmente, para praticarem os novos conhecimentos (Figura 3.14). No geral, todos responderam corretamente às questões.

Figura 3.14. Identificar as danças das abelhas.



[1.1. Dança circular. É a menos de cem metros e faz um círculo. Dança do requebrado. Que é a mais de 100 metros e parece um oito.]

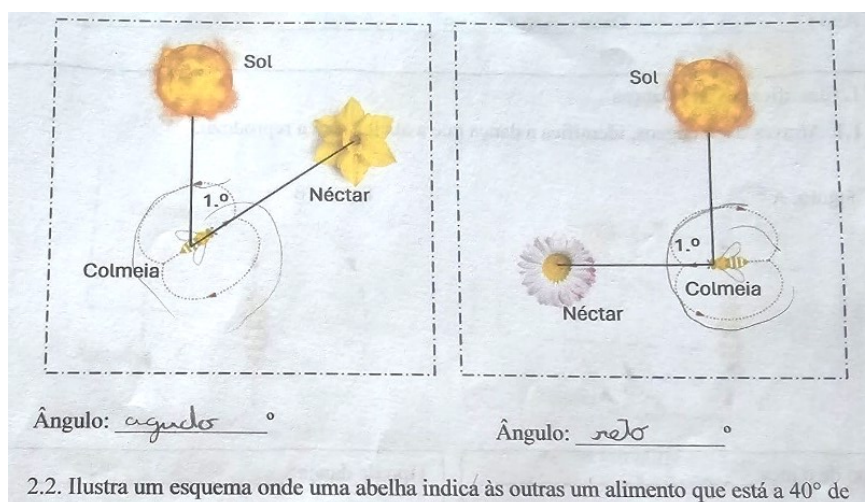
A figura 1.1 representa o entendimento geral da turma, indicando que os alunos estabeleceram **conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais** ao observarem as afirmações sobre a dança das abelhas. Ao mencionar que uma dança circular ocorre a menos de cem metros e uma dança do requebrado, que parece um oito, ocorre a mais de cem metros, utilizaram conceitos matemáticos para descrever comportamentos naturais.

O círculo e o número oito são formas geométricas que ajudam a quantificar e representar as distâncias e as direções na comunicação das abelhas sobre a localização de alimentos.

Na tarefa seguinte, os alunos utilizaram transferidores para medir a amplitude dos ângulos representados nas figuras, um conteúdo previamente abordado na sala de aula. Contudo, verificou-se alguma dificuldade no posicionamento do transferidor, originando medidas de amplitude dos ângulos incorretas. Durante esta fase da aula, circulei pela sala procurando auxiliar os alunos que apresentavam mais dificuldade.

Quando Maria Clara e Leonardo mediram a amplitude dos ângulos apresentados na tarefa, fizeram uma conexão interna com a Matemática. Em vez de simplesmente indicarem as amplitudes dos ângulos em graus (55° e 90°), classificaram-nos corretamente, identificando um ângulo como agudo e o outro como reto. (Figura 3.15).

Figura 3.15. Classificação de ângulos de Maria Clara e Leonardo.



Na última questão, o enunciado requeria a construção de um esquema da dança do requebrado, onde a distância do Sol e dos alimentos relativamente à colmeia apresentava a medida de amplitude de 40° . As ilustrações 3.15 e 3.16 representam o entendimento da maioria dos alunos relativamente aos movimentos das abelhas. Contudo, Pedro foi mais rigoroso e desenhou uma circunferência para representar a distância. Percebeu que a dança do requebrado realizada pelas abelhas indica que o alimento se encontra a uma distância superior a 100 metros.

Essa abordagem detalhada (Figura 3.17) demonstra uma compreensão mais profunda da aplicação dos conceitos matemáticos e identifica uma **conexão externa entre a Matemática e as Ciências Naturais**. O aluno conseguiu relacionar o comportamento das abelhas e a sua comunicação de distâncias com formas matemáticas, como por exemplo ao aplicar o símbolo de maior ($>$).

Figura 3.16. Esquema de Maria na dança das abelhas.

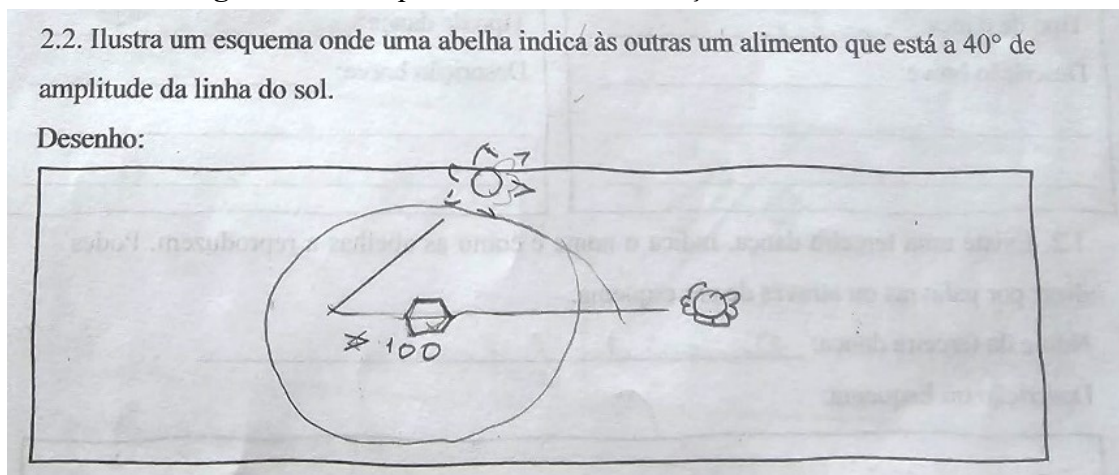
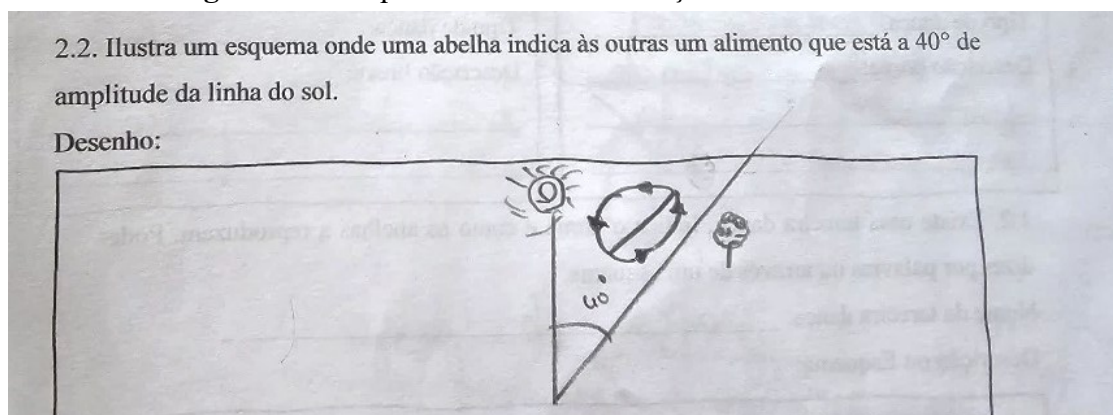


Figura 3.17 Esquema do Pedro na dança das abelhas.



Antes do intervalo, e em preparação para a próxima fase da aula, que decorreria no relvado da escola, pedi aos alunos que levassem um transferidor (um por cada par de alunos) e um lápis.

Fase 2: Tarefa de 45 minutos no pátio da escola.

Durante esta tarefa, os alunos compreenderam a diferença entre os dois tipos de dança das abelhas, incluindo a importância de cada uma na comunicação e sobrevivência da espécie. Os alunos puderam ver a aplicação e conexões de Ciências Naturais e da

Matemática em contextos reais. Além disso, ao envolverem-se ativamente na representação das danças e na resolução das tarefas, desenvolveram competências como a observação, a interpretação de movimentos e a aplicação do conhecimento em situações práticas.

Figura 3.18. Turma do 5.º no relvado da escola.



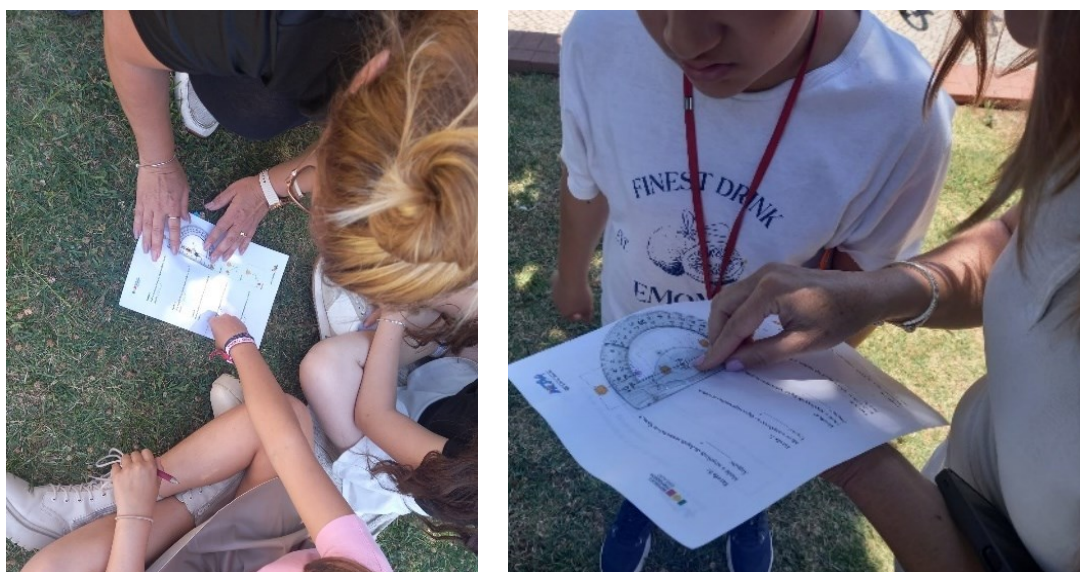
Após organizar a turma no local designado no relvado (Figura 3.18), pedi aos alunos que se agrupassem a pares. Distribuí um cartão com um enunciado para cada dupla e uma ficha de aprendizagem. Em seguida, pedi a quem tivesse a primeira questão para se colocar à frente do grupo. Enquanto os alunos realizavam a tarefa no esquema previamente preparado no relvado, os restantes faziam-no na ficha (Figura 3.19). Os alunos discutiram e comparavam os resultados.

Figura 3.19. Alunos no relvado a realizar a tarefas: dança das abelhas.



Alguns alunos precisaram de ajuda para colocar corretamente o transferidor e medir a amplitude dos ângulos corretamente (Figura 3.20).

Figura 3.20. Alunos a medirem a amplitude dos ângulos na ficha.



Isso ocorreu quando os resultados dos alunos não correspondiam aos valores esperados. Por essa razão, foi necessário verificarmos a amplitude com o transferidor junto dos alunos, para que eles compreendessem a forma correta de medir o ângulo. Percebemos que os alunos estavam concentrados em posicionar o transferidor na posição correta, com o zero sobre a interseção das retas, no ângulo e a linha de referência alinhada corretamente. Contudo, em algumas situações seria necessário rodar o transferidor e os alunos não o faziam de forma correta, o que resultava em medições imprecisas da amplitude de ângulos.

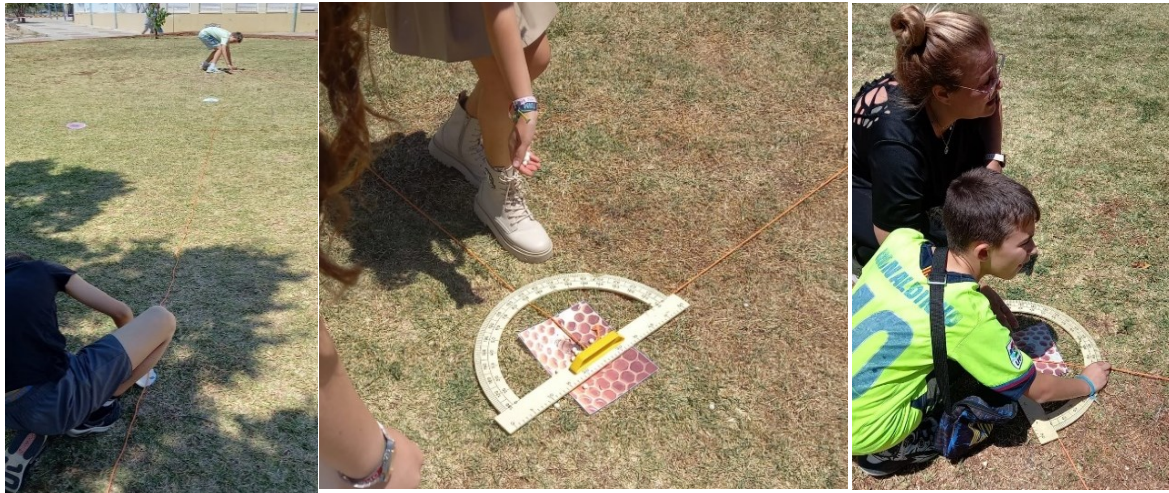
Este aspeto da aprendizagem, que ocorreram no relvado, foram essenciais para a prática, pois, em sala de aula, aparentemente nenhum aluno apresentou dificuldades em posicionar o transferidor, mas na prática ao ar livre as dificuldades surgiram, revelando a importância da aplicação prática dos conceitos teóricos.

Figura 3.21. Representação das danças da abelha no relvado da escola.



Quando os alunos representavam as danças no relvado, moveram-se espontaneamente para imitar o comportamento das abelhas, sem que lhes fosse solicitado (Figura 3.21). Este comportamento revela que a metodologia de *Role-Playing Game* foi eficaz no desenvolvimento de competências nos alunos. Ao representar o voo em espiral das abelhas para encontrar o alimento desejado, a dança circular e a colheita de néctar nas flores, os alunos consolidaram os conteúdos abordados. Esta tarefa também identifica uma **conexão com as Ciências Naturais no quotidiano**, demonstra como o comportamento das abelhas pode ser observado e compreendido pelos alunos através de práticas lúdicas, promovendo uma aprendizagem mais significativa. A tarefa também permitiu aos alunos explorarem conceitos matemáticos, como a simetria e os padrões de movimento, a distância e a amplitude dos ângulos ao relacionar as danças das abelhas. Assim, a aula promoveu uma aprendizagem integrada e significativa para os alunos, onde proporcionou várias **conexões entre a Matemática e as Ciências Naturais** de forma prática e eficaz.

Figura 3.22. Alunos a medir a amplitude dos ângulos com um transferidor de grandes dimensões.



O rodar o transferidor para a direita e esquerda também foram alcançados por esta tarefa de aprendizagem, porque dependia da compreensão dos alunos sobre a amplitude dos ângulos e a sua medição (Figura 3.22). Considerando a amplitude de um ângulo maior que 180° , era necessário rodar o transferidor, permitindo-lhes aplicar esses conceitos para determinar a localização das flores em relação à posição do Sol.

Parte 5: Conexões

A seguir apresenta-se a tabela 3.1., onde evidenciamos as principais conexões que emergiram dos dados ao longo da respetiva análise. Nesta tabela apresentam-se na primeira coluna as conexões, externas e internas; na segunda coluna as unidades de registo que correspondem aos temas de Ciências Naturais e da Matemática; e as unidades de contexto que correspondem a excertos que emergiram em sala de aula e no jardim da escola, do discurso oral dos alunos, e dos registos escritos dos alunos na recolha documental.

Tabela 3.1. Conexões internas e externas da Matemática e das Ciências Naturais

| Categories | Unidade de registo | Unidade de contexto |
|---|---|--|
| Conexões internas das Ciências Naturais | Metamorfose e desenvolvimento da abelha | [Larva] |
| | Organização social e alimento | [Geleia real] e [organizadas] Os alunos demonstraram curiosidade acerca do regime alimentar das abelhas e das vespas. |
| | Ecosistema e relevância das abelhas | (As abelhas são) [inofensivas] e [importantes] |
| | Anatomia e habitat | O João relaciona as características anatómicas da abelha com o habitat onde existem flores com néctar |
| | Habitat e diversidade animal | Os alunos discutiam entre os habitats das vespas e das abelhas, ninhos e colmeias, respetivamente. |
| Conexões internas da Matemática | Perímetro e área de polígonos | Ao construírem as três figuras geométricas com linha, os alunos tentaram perceber a relação entre o perímetro e a área de figuras geométricas. Verificaram que, fixado o perímetro, as áreas diferiram. Os alunos concluíram que o hexágono tem maior área, fixado o perímetro. |
| | Amplitude de ângulos e a sua classificação | Alguns alunos, alternadamente, indicavam a medida da amplitude e o nome do ângulo. |
| | Medição de amplitudes (posicionamento do transferidor e início da contagem) e direção | Inicialmente, os alunos mostraram dificuldade em manusear o transferidor para determinar a amplitude correta dos ângulos e a direção a seguir para chegar ao alimento. Posteriormente, determinaram amplitudes de ângulos manuseando o transferidor para amplitudes superiores a 180 graus. |
| Conexões externas da Matemática e das Ciências Naturais | Pontos cardeais (localização do Sol) e direção | Para determinar a direção do alimento, os alunos posicionaram o transferidor considerando a localização do sol. |
| | Forma dos favos e otimização do armazenamento | Os alunos associaram a forma hexagonal dos favos a um maior espaço para armazenamento. Ao construírem os polígonos com o fio, fizeram uma analogia com a cera gasta pelas abelhas na construção dos favos de mel. |
| | Danças das abelhas e padrões de movimentação | Os alunos associaram as diferentes danças das abelhas aos diferentes padrões de movimentação por elas descritos. |
| Conexões externas entre a Matemática e o quotidiano | Pavimentação de polígonos regulares e pavimentação no dia a dia | Os alunos associam o encaixe das figuras geométricas à formação de pavimentações/ladrilhos como conhecem no dia a dia. Os alunos associaram os movimentos das abelhas nas suas danças a representações matemáticas (forma geométrica circular e o número 8, e medidas de comprimento). |

| | | |
|---|--|--|
| Conexões externas entre as Ciências Naturais e o cotidiano | Autocolantes alusivos à abelha (Dia Mundial da Abelha e a Abelha não faz mal, faz mel) | Os alunos associaram o tema abelhas apenas à área das Ciências Naturais. Demonstraram interesse pelo conteúdo ao usar o autocolante que colocaram nas suas mochilas, blusas, tiraram fotografias, colaram nos cadernos e colocaram nas capas dos telemóveis. |
| | Danças das abelhas e comunicação entre elas | Os alunos perceberam que as abelhas transmitiam importantes informações para a sua sobrevivência através das suas danças. |

No âmbito das **conexões internas das Ciências Naturais**, os alunos demonstraram interesse em várias áreas. Relativamente à metamorfose e ao desenvolvimento da abelha, nomeadamente sobre a fase de larva. Em termos de organização social e alimentação, os alunos interessaram-se pela estrutura social das abelhas e pelo consumo de geleia real alimento referenciado para a abelha-rainha, estendendo essa curiosidade ao regime alimentar das abelhas e vespas. No que respeita ao ecossistema e à relevância das abelhas, os alunos reconheceram a importância destas para o ecossistema, destacando a sua inofensividade e a importância do seu papel na polinização. No estudo da anatomia e habitat, os alunos relacionaram as características anatómicas das abelhas com o seu habitat natural, especialmente na construção dos favos de mel. Relativamente à diversidade dos insetos e suas interações com o ambiente, foi observada alguma incoerência entre os habitats das abelhas e das vespas por parte dos alunos.

Em relação às **conexões internas da Matemática**, os alunos exploraram a relação entre o perímetro e a área de algumas figuras planas, concluindo que, mantendo o perímetro constante, o hexágono oferece uma maior área relativamente ao quadrado regular e ao triângulo equilátero. Inicialmente, os alunos enfrentaram dificuldades na utilização do transferidor para medir amplitudes de ângulos, mas, posteriormente, conseguiram determinar corretamente amplitudes, incluindo aquelas superiores a 180 graus recorrendo a rotação do mesmo.

Nas **conexões externas entre Matemática e Ciências Naturais**, os alunos aplicaram os seus conhecimentos sobre a localização do Sol para determinar direções, associaram a forma hexagonal dos favos a uma maior eficiência de armazenamento de mel e relacionaram as diferentes danças das abelhas com padrões específicos de movimentação e cálculos matemáticos.

Quanto às **conexões entre a Matemática e o cotidiano**, os alunos fizeram associações entre o encaixe de figuras geométricas e pavimentações que observam no dia a dia. Além disso, relacionaram os movimentos das danças das abelhas com representações matemáticas, como a forma geométrica circular e o número oito e com medidas de comprimento.

Por fim, no que respeita à **conexão entre as Ciências Naturais e o cotidiano**, os alunos associaram o tema das abelhas principalmente às Ciências Naturais e demonstraram interesse no tema através do uso de autocolantes nos seus objetos pessoais. Compreenderam também que as abelhas utilizam as suas danças para transmitir informações vitais para a sua sobrevivência.

Estas **conexões** mostram a importância de integrar diferentes áreas do conhecimento para proporcionar uma aprendizagem mais completa e significativa. Os alunos não apenas exploraram os conceitos teóricos, mas também conseguiram relacioná-los com situações práticas e quotidianas, demonstrando uma compreensão ampla e extensível dos temas abordados.

Conclusões

Este estudo prova a importância de uma abordagem integrada e contextualizada no ensino de Matemática e de Ciências Naturais.

Uma preocupação que devemos ter em relação à construção do conhecimento por parte do aluno envolvido no processo de aprendizagem está na relação da Matemática com outras áreas de conhecimento, nomeadamente as Ciências Naturais, com conceitos relacionados ao quotidiano do aluno, para que ele seja motivado a adquirir uma maior compreensão dos novos saberes envolvidos.

As tarefas abordaram o tema de conexões e o subtema de conexões internas, permitindo aos alunos relacionar conhecimentos matemáticos de diferentes temas e compreender essas relações de forma coesa e interligada.

No desenvolvimento das propostas das tarefas, identificamos uma forte relação com o ensino de geometria, devido a sua relação com os favos de mel construídos pelas abelhas. Podemos estudar seus conceitos e objetos geométricos devido ao seu aspeto experimental e indutivo, ao explorar suas aplicações com o quotidiano e relacionar com modelos concretos na construção de seus conceitos (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2009, p. 83).

De acordo com o que foi exposto, entendemos que podemos aplicar diversos conteúdos relacionados ao estudo da geometria plana para justificar matematicamente a funcionalidade do formato hexagonal dos favos de mel das abelhas, construindo um enredo que pode atrair o aluno a perceber a importância da Matemática na natureza (Contador, 2007).

De acordo com as AE do 5.º ano do 2.º CEB, também realçamos as conexões externas, que incluem a aplicação de conceitos matemáticos na resolução de problemas em diferentes contextos. Assim, as tarefas propostas no domínio das Ciências Naturais possibilitaram que os estudantes identificassem e aplicassem relações entre conceitos matemáticos, percebendo a Matemática como uma disciplina coesa e interligada. Através das tarefas práticas, como medir a amplitude dos ângulos das **danças das abelhas** e calcular o perímetro e a área de figuras semelhantes à dos favos de mel, os alunos puderam

aplicar a teoria em contextos práticos e relevantes, do seu cotidiano, estabelecendo significativas **conexões externas**.

No que diz respeito ao tema de Geometria e Medida, especificamente sobre a amplitude de um ângulo, os discentes foram orientados a usar um transferidor para medir a amplitude dos ângulos com precisão de grau representado na **dança do requebrado** pela abelha *Apis mellifera*. Adicionalmente, na discussão sobre figuras planas equivalentes, os alunos investigaram os conceitos de perímetro e área, comparando diferentes figuras planas nomeadamente a figura hexagonal, semelhante aos favos de mel. Esta abordagem prática ajudou os alunos a perceber a aplicação dos **conceitos matemáticos no seu cotidiano** e a desenvolver uma compreensão mais profunda e significativa dos mesmos.

As tarefas articuladas com a Matemática permitiu que os estudantes vinculassem as características das abelhas *Apis mellifera* (formato corporal, revestimento, órgãos de locomoção) com o seu ambiente e o seu habitat; associaram as dietas destes seres ao ambiente em que vivem; compreenderam a relevância dos rituais de acasalamento dos animais para a transmissão de características e a perpetuação das espécies; analisaram dados sobre a abelha e sobre metamorfoses completas durante seu desenvolvimento. Em estudo, a abelha *Apis mellifera*, exploraram-se conhecimentos sobre o tema "Diversidade dos seres vivos e suas interações com o ambiente" (DGE, 2018, p. 9).

Os alunos demonstraram uma melhoria significativa na compreensão dos conceitos geométricos/matemáticos através das tarefas propostas relacionadas com a abelha. A aplicação prática de conceitos matemáticos em contextos reais mostrou-se eficaz para promover uma aprendizagem significativa pelos alunos estabelecendo-se relevantes **conexões com o cotidiano**, por exemplo ao nível das **pavimentações, perímetros e áreas de polígonos**.

Os **jogos pedagógicos de RPG** utilizados nas tarefas proporcionaram um ambiente de aprendizagem lúdico e interativo, onde os alunos puderam desenvolver competências de cooperação, tomada de decisão e resolução de problemas. Essas tarefas consolidaram a relação entre a teoria e sua aplicação prática, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e significativo. Assim, o RPG proporcionou uma experiência imersiva, na qual os alunos puderam assumir um **comportamento simbólico das abelhas** e realizar movimentos que reproduzem as danças observadas na natureza.

Os alunos reproduziram os movimentos das asas das abelhas, os seus sons, a forma como recolhiam o néctar das (representações das) flores.

Este estudo demonstra que, ao integrar a Matemática com temas do quotidiano e conceitos científicos das Ciências Naturais, é possível motivar os alunos a adquirir uma maior compreensão dos saberes matemáticos envolvidos. As conceções que os alunos têm em relação às aulas de Matemática e ao seu papel enquanto estudantes influenciam de forma determinante na sua aprendizagem (Ponte & Serrazina, 2000).

Portanto, as aprendizagens dos alunos foram significativas. Eles não só compreenderam melhor alguns conteúdos matemáticos e científicos na área da Ciências Naturais, mas também desenvolveram uma maior apreciação pela conexão entre diferentes áreas de conhecimento. A abordagem prática e contextualizada ajudou os alunos a ver a relevância da Matemática e das Ciências Naturais na sua vida diária e a desenvolver habilidades importantes para o seu futuro como adultos informados, responsáveis e ativos na sociedade.

Este estudo destacou a importância de uma abordagem com conexões contextualizadas no ensino da Matemática e das Ciências Naturais. A utilização em torno dos temas dos seres vivos e a integração com outras áreas de conhecimento mostraram-se eficazes em motivar os alunos e em promover uma aprendizagem significativa. Para mim, como futura professora, adquirir valiosas experiências pedagógicas ao integrar a Matemática e as Ciências Naturais em contextos práticos e lúdicos. Essas experiências serão elementares para a minha futura carreira como docente, destacando a necessidade de inovar e adaptar as estratégias de ensino. Assim como a importância de atender às necessidades dos alunos de diferentes níveis de desempenho e interesses, equilibrando a complexidade dos conteúdos e utilizando abordagens diversificadas para manter o interesse e facilitar a compreensão dos conceitos.

Um dos principais desafios foi a adaptação das tarefas para diferentes níveis de desempenho dos alunos. A necessidade de equilibrar a complexidade dos temas/conteúdos matemáticos e científicos, com a capacidade dos alunos de entender e aplicar esses conceitos a novas situações, exigindo uma abordagem flexível e adaptativa. Este desafio foi superado através da utilização de estratégias pedagógicas diversificadas, como o uso de materiais manipuláveis, a incorporação de contextos do quotidiano nas aulas e a organização da turma a pares, em grupos e em grupo-turma.

Outro desafio foi a gestão do tempo durante as tarefas práticas, garantindo que todos os alunos tivessem a oportunidade de participar ativamente e consolidar as suas aprendizagens. Senti a necessidade de desenvolver competências de gestão de sala de aula e aula em *outdoor* e de planeamento eficiente para assegurar que os objetivos educacionais fossem alcançados dentro do tempo disponível.

Na sala de aula, estava presente o professor cooperante, cuja colaboração foi crucial para a minha formação como futura professora. Ele orientou-me e forneceu-me formação, compartilhou a sua experiência e os seus conhecimentos práticos. Para além disso, desempenhou um papel fundamental ao oferecer-me *feedback* construtivo e um suporte contínuo, ajudando-me a desenvolver competências pedagógicas essenciais e a adquirir confiança no ambiente educativo.

Gostaria de salientar o auxílio na superação dos desafios enfrentados e os conhecimentos adquiridos ao longo do processo, que contribuíram significativamente para a minha formação como futura professora e investigadora. Expresso a minha gratidão pelo apoio incondicional das minhas orientadoras, Professora Doutora Rute Rocha e Professora Doutora Sofia Graça. Elas incentivaram-me e instruíram-me de forma exemplar, permitindo que, durante este processo de aprendizagem, eu pudesse desenvolver competências essenciais para proporcionar à turma, na qual realizei esta investigação, tarefas significativas e enriquecedoras.

Em conclusão, este estudo mostrou significativamente as conexões que se podem estabelecer entre as diferentes áreas do saber, nomeadamente da Matemática e das Ciências Naturais, podendo tornar a aprendizagem mais significativa e envolvente para os alunos. Considero que as aprendizagens realizadas pelos alunos foram significativas e consolidadas, preparando-os melhor para enfrentar os desafios como futuros adultos responsáveis, informados e ativos para uma sociedade melhor. Este estudo destaca a importância de uma abordagem inovadora e contextualizada no ensino da Matemática e das Ciências Naturais, recorrendo as danças das abelhas como um tema inovador e potenciador de aprendizagens em que os alunos constroem ativamente o seu próprio conhecimento com uma abordagem exploratória e lúdica dos conteúdos propostos, no âmbito da implementação pedagógico.

Referências Bibliográficas

- Akimkhanova, Z., Turekhanova, K., & Karwasz, G. P. (2023). Jogos e brincadeiras interativas no ensino de física e astronomia. *Educação Ciências*, 13(4), 393. <https://doi.org/10.3390/educsci13040393>
- Amado, N., Canavarro, A. P., Carreira, S., Ferreira, R. T., & Vale, I. (Eds.). (2019). *Livro de Atas do EIEM 2019: Encontro de Investigação em Educação Matemática - Conexões matemáticas*. Escola Profissional Cândido Guerreiro, Alte, Loulé. https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/20622/1/Jacinto%26Pires_EIEM2019.pdf
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Allyn and Bacon.
- Canavarro, A. P. (2018). O que a investigação nos diz acerca da aprendizagem da matemática com conexões - ideias da teoria ilustradas com exemplos. *Educação e Matemática*, 144-145, pág. 38-42.
- Cândido, J., Freitas, S., & Barbosa, C. (2017). Modelagem matemática na educação básica. *Ensino da Matemática em Debate*, 4(1), pág. 1-8.
- Carvalho, V. (2013). O Role-Playing Game Pedagógico e a Socialização de alunos com Síndrome Alcoólica Fetal: um estudo sobre a prática educacional [Dissertação de mestrado, Escola Superior de Educação João de Deus]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/4180>
- Contador, P. R. (2013). *A matemática na arte e na vida* (3.^a ed.). Livraria da Física.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4^a ed.). Sage Publications, Inc.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The Sage Handbook of Qualitative Research* (5^a ed.). Sage Publications, Inc.
- Devlin, K. (2009). *O instinto matemático*. Record.
- Direção-Geral da Educação (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática 4.º ano*.

https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/ae_mat_4.o_ano.pdf

Direção-Geral da Educação (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática 5.º ano*. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf

Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais 5.º ano*. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/5_ciencias_naturais.pdf

Domingos, A., Nóbrega, M., & Silva, R. (2016). Biologia das abelhas *Apis mellifera*: Uma revisão bibliográfica. *Acta Apicola Brasilica*, 4(2), pág. 8-12. <https://doi.org/10.18378/aab.v3i2.4584>

Evangelista, C., Kraft, P., Dacke, M., Labhart, T., & Srinivasan, M. (2014). Honeybee navigation: critically examining the role of the polarization compass. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 368(1636), pág. 1-12. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0037>

Fernandes, Í. V. (2022). *Do pólen ao polígono: Qual a matemática das abelhas?* Programa de Educação Tutorial (PET) – Matemática e Estatística, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). <https://mat.ufcg.edu.br/petmatest/wp-content/uploads/sites/12/2022/04/Do-Polen-ao-poligono-qual-a-matematica-das-abelhas.pdf>

Frisch, K., V. (1967). *The Dance Language and Orientation of Bees*. Harvard University Press.

Frisch, K., V. (1973). Decoding the language of the bee. *Science*, 185, pág. 663-668.

Frisch, K., V., & Lindauer, M. (1956). The "language" and orientation of the honey bee. *Annual review of entomology*, 1(1956), pág. 45-58. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.01.010156.000401>

Martinho, C., Ferradeira, C., Catita, J., & Faustino-Rocha, A. (2022). Apicultura: Revisão

de Literatura. *Revista Lusófona de Ciências e Medicina Veterinária*, 12, pág. 1-17.
<https://doi.org/10.60543/rlcmv.v12i1.8343>

Mendes, R., Oliveira, R., Barbosa, M., & Melo, R. (2024). Role-playing game para o ensino de matemática: Uma revisão bibliográfica em pesquisas stricto sensu. REAMEC - *Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24016.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16335>

Pegoraro, A., Ferraz, M., Pfaw, E., Moura, M., Nunes, T., Nienow, V., Polak, L., Borio, C., Krüger, E., Almeida, R., Lima, M., Costa, D., Martins, W., Mercer, A., & Borssatti, F. (2017). *Aspetos práticos e técnicos da apicultura no sul do Brasil*. Universidade Federal do Paraná. <http://hdl.handle.net/1884/45536>

Perrotta, R., & Perrotta, S. (2005). Considerações sobre o ensino de área e perímetro. *Dialogia*, 4, pág. 81-88. <https://doi.org/10.5585/dialogia.v4i0.874>

Pivatto, W. (2014). Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de Matemática: Análise de uma atividade para o estudo de Geometria Esférica. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 9(1), pág. 43-47.
<https://doi.org/10.5007/1981-1322.2014v9n1p43>

Ponte, J. P., Brocardo, J., & Oliveira, H. (2003). *Investigações matemáticas em sala de aula* (3.^a ed). Autêntica.

Ponte, J. P., & Serrazina, M. L. (2000). Didática da Matemática do 1.º Ciclo. *Universidade Aberta*.

Ponte, J. P., & Sousa, H. (2010). Uma oportunidade de mudança na Matemática do Ensino Básico. In GTI (Org.), *O professor e o programa de Matemática do ensino básico* (pp. 11-41). APM. <http://hdl.handle.net/10451/3174>

Ramos, J., & Carvalho, P. (2007). Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. *Revista científica eletrônica de engenharia florestal*, 6(10), pág.1-21.

Sá, M., Silva, L., Cavalcante, M., & Oliveira, P. (2018, dezembro, 8-13). *FORAGEAMENTO e comunicação em abelhas Apis mellifera L. na caatinga do Brasil* [Comunicação

oral]. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, Paraíba, Brasil.
<https://doi.org/10.31692/2526-7701.iiicointerpdvagro.2018.00135>

Sá-Silva, J. R., Almeida, C. D., & Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1(1), pág. 1-15. <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>

Sousa, P. (2013). Geometria na Sala de Aula: Estratégias e recursos didáticos. *Editorial Presença*.

Tempera, T. B. (2010). *A geometria na formação inicial de professores: contributos para a caracterização do conhecimento dos estudantes* [Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Lisboa]. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.21/2717>

Titon, F., Pereira, D., & May, L. (2022). Instrumentalização matemática: uso da régua, do compasso, do esquadro e do transferidor nos anos finais do ensino fundamental. *Signos*, 43(2), pág. 140-161. <http://doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v43i2a2022.3234>

Whitrow, G. J. (2003). *O que é tempo? Uma visão clássica sobre a natureza do tempo* (J. T. Fraser, Introdução, J. T. Fraser & M. P. Soulsby, Ensaio bibliográfico, M. I. Duque Estrada, Trad.).

Índice de Apêndices

Apêndice A. Autorização de recolha de imagem e som

Eu, Mónica Alexandra de Oliveira Lopes da Silva, estagiária em Mestrado do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências do 2.º Ciclo do Ensino Básico da Universidade do Algarve, orientada pela Professora Dr.ª Rute Rocha da Universidade do Algarve e pela professora Dr.ª Sofia Graça, venho por este meio solicitar a vossa autorização para recolher imagens e áudios durante um conjunto de atividades relacionadas com um estudo sobre abelhas, que será realizado com o(a) vosso(a) educando(a).

Este estudo tem como objetivo articular as Ciências Naturais com a Matemática, proporcionando uma abordagem interdisciplinar e enriquecedora para o desenvolvimento educacional do(a) educando(a).

A recolha de imagens e áudios poderá ser necessária caso se justifique para análise de dados relacionados com o estudo em questão.

Os resultados obtidos serão utilizados apenas para análise e apresentação a nível académico, respeitando sempre a privacidade e a identidade dos participantes.

Por favor, coloque um "X" na caixa correspondente para autorizar ou recusar a participação do(a) educando(a) nesta atividade:

Autorizo a participação do(a) meu(minha) educando(a), _____, na recolha de imagens e áudios caso se justifique para análise de dados no âmbito do estudo sobre abelhas.

Não autorizo a participação do(a) meu(minha) educando(a), _____, na recolha de imagens e áudios para análise de dados no âmbito do estudo sobre abelhas.

Compreendemos a importância da vossa colaboração neste processo e comprometemo-nos a zelar pelo bem-estar e pela segurança do(a) educando(a) durante a realização desta atividade.

Com as mais cordiais saudações,

fevereiro de 2024

A professora estagiária

O Encarregado de Educação

Apêndice B. Cartão de recolha previa dos conhecimentos dos alunos: Abelhas verso vespas.

Abelhas ≠ Vespas

Testa os teus conhecimentos:

| Afirmação | Verdadeiro/Falso |
|--|-------------------------|
| 1- As abelhas são conhecidas por serem mais agressivas do que as vespas. | |
| 2- As abelhas são polinizadoras importantes para muitas plantas. | |
| 3- As vespas coletam néctar das flores para produzir o mel. | |
| 4- As abelhas usam pelos branquiais para coletar pólen das flores. | |
| 5- As abelhas constroem colmeias para armazenar mel, enquanto as vespas constroem ninhos de papel. | |
| 6- As abelhas são essenciais para a produção de mel, enquanto as vespas não produzem mel. | |
| 7- Tanto a abelha quanto a vespa podem ser encontradas em toda a parte do mundo. | |
| 8- As abelhas têm corpos mais peludos do que as vespas. | |
| 9- As abelhas têm um papel importante na agricultura, enquanto as vespas podem ser consideradas pragas por sua capacidade de destruir colheitas. | |
| 10- As abelhas têm uma cintura mais fina em comparação com as vespas. | |

Apêndice C. Ficha de aprendizagem.

Nome: _____ Data: _____

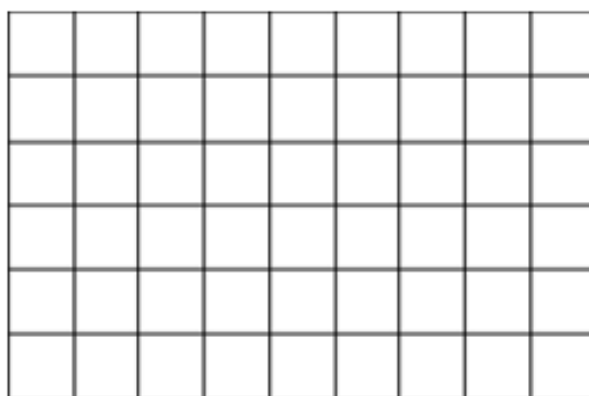
Área: Matemática e Ciências Naturais

Tema: Exploração de figuras geométricas planas e medidas na natureza

Ficha de aprendizagem - 5.º ano

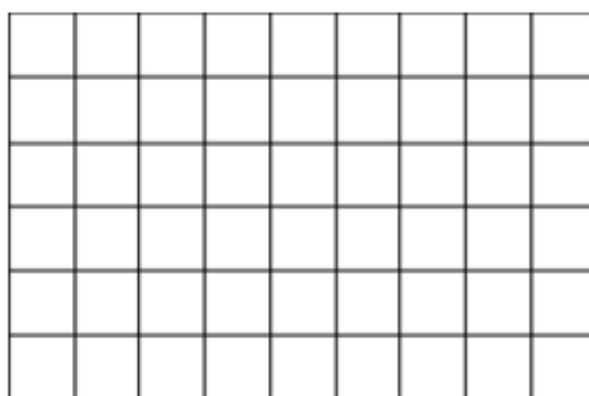
1. Após explorarem a criação de pavimentos com material manipulável (quadrados, triângulos, círculos, pentágonos e hexágonos), a que conclusão chegaste?

2. Com a linha fornecida, constrói um quadrado regular na grelha e calcula o perímetro e a área, considerando que cada quadricula possui uma área de 1cm^2 .



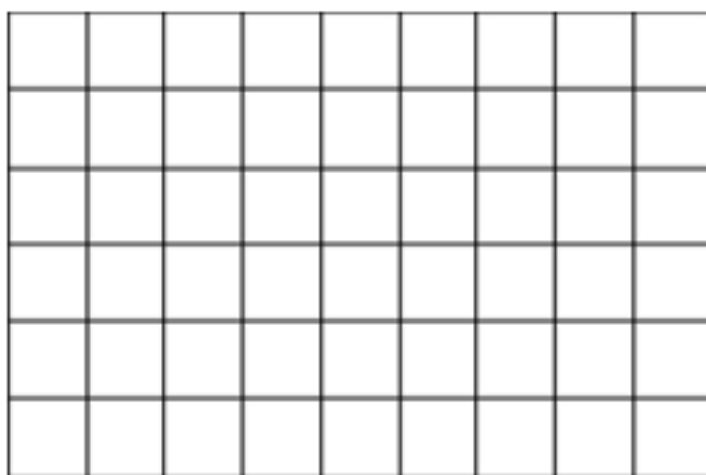
$P_{\square} =$ _____
 $A_{\square} =$ _____

2.1. Explora a construção de um triângulo regular na grelha. Após construir, calcula o perímetro e a área do triângulo, lembrando que cada quadricula tem uma área de 1cm^2 .



$P_{\Delta} =$ _____
 $A_{\Delta} =$ _____

- 2.2. Por último, cria um hexágono na grelha utilizando a linha fornecida. Após a construção, calcula o perímetro e a área do hexágono, lembra-te que cada quadrícula tem 1cm^2 de área.



| |
|---------------|
| $P_O =$ _____ |
| $A_O =$ _____ |

3. Após as três construções, quais conclusões podes tirar sobre a relação entre a forma das figuras construídas, os seus perímetros e áreas em relação às quadrículas? Além disso, como achas que a escolha das abelhas pela forma hexagonal dos favos de mel se relaciona com essas conclusões?

Bom trabalho!



Apêndice D. Ficha de aprendizagem: A dança das abelhas.

Ficha de Aprendizagem: A Dança das Abelhas

Nome: _____
Ano: _____ Data: _____

1. Identificação das Danças

1.1. Através das imagens, identifica a dança que a abelha está a reproduzir.

Figura. A



Figura. B



Tipo de dança: _____
Descrição breve: _____

Tipo de dança: _____
Descrição breve: _____

1.2. Existe uma terceira dança. Indica o nome e como as abelhas a reproduzem. Podes dizer por palavras ou através de um esquema.

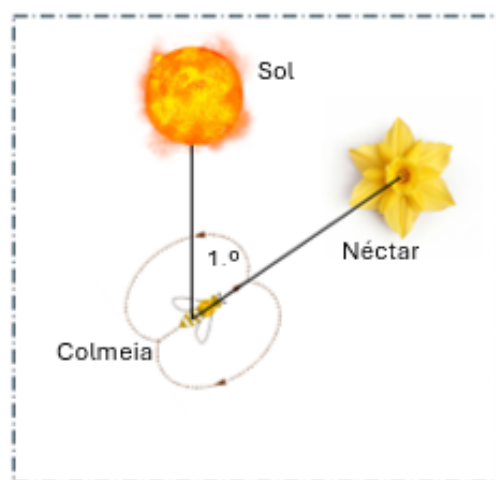
Nome da terceira dança: _____

Descrição ou Esquema:

2. Ilustração e Cálculo de Ângulos

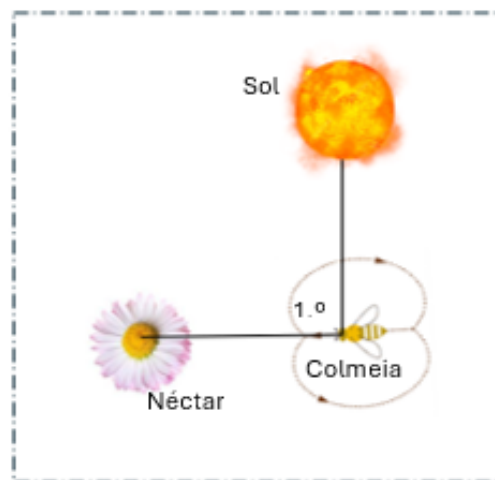
2.1. Calcula o ângulo das seguintes ilustrações:

Ilustração 1:



Ângulo: _____ °

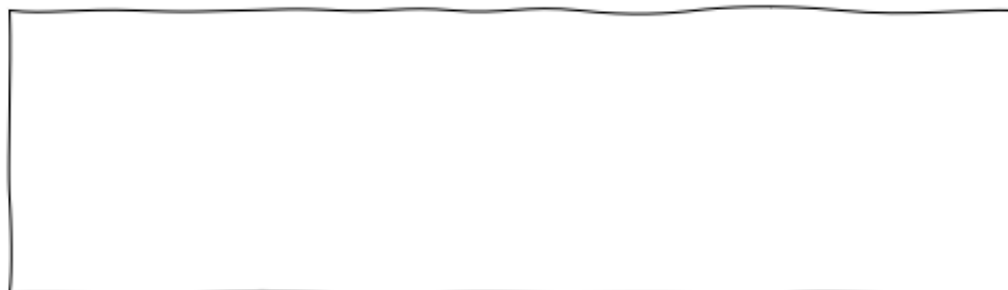
Ilustração 2:



Ângulo: _____ °

2.2. Ilustra um esquema onde uma abelha indica às outras um alimento que está a 40° de amplitude da linha do sol.

Desenho:









(Desenha aqui a colmeia, o sol, e a direção do alimento, mostrando claramente o ângulo de 40°.)

Nota: Para as tarefas de cálculo de ângulos, utiliza um transferidor para obter medidas precisas. Para os desenhos, usa lápis e régua para garantir linhas e ângulos corretos.

Bom trabalho! 

Apêndice E. Cartões de registo da tarefa no pátio da escola.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Tarefa 1</p> <p>Representa a dança circular das abelhas para os teus colegas.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 2</p> <p>Representa a dança do requebrado das abelhas para os teus colegas.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 5</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> |
| <p>Tarefa 3</p> <p>Agora que já conheces a dança da foice das abelhas, onde elas indicam um bom alimento (néctar) às outras abelhas, coleta o néctar da flor que está situada a uma certa distância no recinto e coloca-o na colmeia.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 4</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 6</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>Tarefa 5</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 7</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 9</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> |
| <p>Tarefa 6</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, depois mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 8</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, depois mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> | <p>Tarefa 10</p> <p>Mede a amplitude do ângulo na folha, de seguida mede-o no recinto e descobre a flor que tem o melhor néctar.</p> <p>Diverte-te a aprender. </p> |

Apêndice F. A dança das abelhas: aula no pátio da escola.

Ficha de Aprendizagem: A Dança das Abelhas
(Pátio da escola)

Nome(s): _____
Ano: _____ Data: _____

Interdisciplinaridade: Ciências Naturais; Matemática

Tarefa 1:

Qual o nome da dança das abelhas representada pelos colegas?

Nome: _____

Tarefa 2:

Qual o nome da dança das abelhas representada pelos colegas?

Nome: _____

Tarefa 3:

Descreve como é realizada a dança da foice:

Tarefa 4:

Mede a amplitude do ângulo representado na Figura 1.

Ângulo: _____°

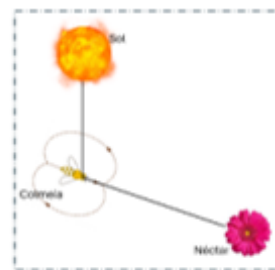


Figura 1

Tarefa 5:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 2.

Ângulo: _____°

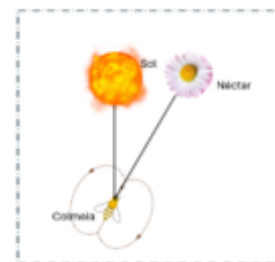


Figura 2

Tarefa 6:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 3.

Ângulo: _____°

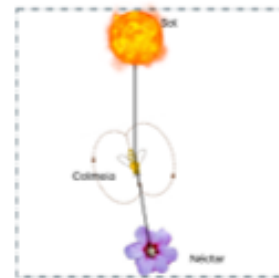


Figura 3

Tarefa 7:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 4.

Ângulo: _____°

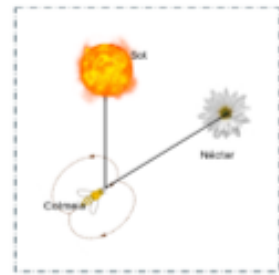


Figura 4

Tarefa 8:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 5.

Ângulo: _____°

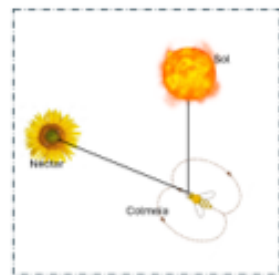


Figura 5

Tarefa 9:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 6.

Ângulo: _____°

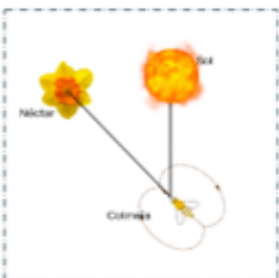


Figura 6

Tarefa 10:

Mede a amplitude do ângulo representado na figura 7.

Ângulo: _____°

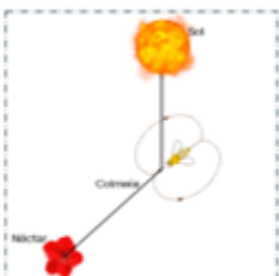


Figura 7