



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Jamayca das Graças Serri de Mello
Ana Paula Cabral Couto Pereira
Luiz Mors Cabral
Neuza Rejane Wille Lima

MATEMÁTICA ATRAVÉS DO FILME BEE MOVIE (HISTÓRIA DE UMA ABELHA) PARA OS ÚLTIMOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Jamayca das Graças Serri de Mello
Ana Paula Cabral Couto Pereira
Luiz Mors Cabral
Neuza Rejane Wille Lima

Matemática através do filme Bee Movie (História de uma Abelha) para os últimos anos do Ensino Fundamental

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Mello, Jamayca das Graças Serri de
M527M Matemática através do filme Bee Movie (História de uma Abelha) para os últimos anos
do Ensino Fundamental
/ Jamayca das Graças Serri de Mello. Ana Paula Cabral Couto Pereira. Luiz Mors Cabral. Neuza
Rejane Wille Lima. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

124 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl953

ISBN: 978-65-5367-497-4

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. geometria 2. lúdico 3. hexágono 4. jogos-de-advinha 5. produtos-apícolas I. Mello, Jamayca das
Graças Serri de II. Pereira, Ana Paula Cabral Couto III. Cabral, Luiz Mors IV. Lima, Neuza Rejane
Wille V. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl953>

**O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus
respectivos autores.**

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli
MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior
Dra. Suely Lopes de Azevedo
MSc Francisco Odecio Sales
MSc Ezequiel Martins Ferreira
MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio
MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo
MSc Rainei Rodrigues Jadejiski
Dr. Rodrigo Couto Santos
Dra. Milena Gaion Malosso
PHD Marcos Pereira Dos Santos



10.37423/2024.edcl953



PERFIL DOS AUTORES



Ana Paula Cabral Couto Pereira

CV do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0964945334281741>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2382-6795>

e-mail: anapaulapereira@id.uff.br



Jamayca das Graças Serri de Mello

CV do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8373211391463148>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2382-6795>

e-mail: jamaycabio@gmail.com



Luiz Mors Cabral

CV do Lattes: CV: <http://lattes.cnpq.br/5525595141868422>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7478-2215>

e-mail: luizmors@id.uff.br



Neuza Rejane Wille Lima

CV do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5261670227615321>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5191-537X>

e-mail: rejane_lima@id.uff.br

Sumário

1. POR QUE ESCRREVEMOS ESSE LIVRO?6

2. POR QUE ABORDAR AS ABELHAS?7

3. AS ABELHAS E NOSSA SOBREVIVÊNCIA 14

4. ABELHAS QUE AMEAÇAM OUTRAS ABELHAS 19

6. PARASITAS DE ABELHAS..... 21

7. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DAS ABELHAS 38

8. PRA QUE SERVE A MATEMÁTICA, A BOTÂNICA E... 67

9. O COLUNI, A MATEMÁTICA E AS ABELHAS 71

10. COMO ABORDAMOS A MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA BIOLOGIA DAS ABELHAS? 85

CONSIDERAÇÕES FINAIS 111

12. REFERÊNCIAS 112

NOTAS 120

1. POR QUE ESCRREVEMOS ESSE LIVRO?

É um prazer escrever mais um e-book de divulgação científica, agora sobre esse “bichinho” (a abelha) que é muito relevante na polinização das plantas com flores, incluindo aquelas que nós cultivamos para obter alimentos para nós, bem como, para os animais que domiciliados ou criamos, muito embora a maioria das pessoas temam esse inseto pela presença de ferrão que inocula veneno, mesmo que somente sete das espécies conhecidas, em termos científicos, tenham esta capacidade.¹

Esse e-book é um desdobramento da monografia realizada pela primeira autora (Jamayca) sob orientação da última autora (Rejane) que contou com a revisão do Professor Luiz Mors Cabral e a coorientação da Professora de Matemática do COLUNI-UFF - Ana Paula Cabral Couto Pereira - que ministra aulas de geometria para turma do 7º. Ano do Ensino Fundamental.

Mostramos nesse e-book que em grande maioria, as abelhas são animais polinizadores que estão distribuídos entre os 250 tipos de animais responsáveis pela reprodução das plantas com flores. Nesse conjunto, cerca de 80% das espécies de animais que polinizam as plantas são representadas por abelhas, sendo que cerca de 70% das espécies de vegetais são de interesse econômico. Assim, sem abelhas não haverá comida.

Abordamos também a relação entre elementos da natureza e a Matemática, especialmente a Geometria representada por um dos seus elementos – o Hexágono Regular (CLUBMED, s/d.; MUNDO EDUCAÇÃO, s/d.; LANCY, 1983; DIA A DIA EDUCAÇÃO, 2019; BARRIENTOS et al. s/d.)

Com base em conhecimentos biológicos sobre as abelhas foram construídos dois de jogos de adivinha que foram validados pelos alunos do 7º Ano do Ensino Fundamental, em junho de 2022. Um terceiro jogo com opções de falso ou verdadeiro foi elaborado para aulas de ciências do COLUNI.

Porém, em consequência das restrições impostas pela pandemia causada pelo SARS-CoV-2 (LIMA; REZENDE, 2020), esse jogo ainda não foi validado, pois em 2022 e 2023 a direção do Coluni ainda teve que lidar com o acúmulo de demandas para realizar projetos educacionais relacionados as atividades de monitorias e as monografias de curso. Esse jogo está disponível no presente e-book e será validado ainda em 2024.

Cabe informar que o primeiro livro recebeu o título “Você conhece as Abelhas? Respostas através da Análise do Bee Movie” (MELLO et al., 2023) e está disponível, gratuitamente, no site da Editora Conhecimento Livre.^{2 3} Adicionalmente, em agosto de 2023, elaboramos e submetemos um artigo

científico para divulgar os resultados obtidos com a aplicação de Jogos de Adivinha em aulas de Matemática do Colégio Universitário Geraldo Reis da Universidade Federal Fluminense - COLUNI-UFF, Niterói (RJ). Estamos aguardando decisão editorial.

2. POR QUE ABORDAR AS ABELHAS?

As abelhas são insetos muito conhecidos e igualmente temidos pelo seu veneno, admirados pelos seus inúmeros comportamentos “em equipe” e desejados por produzir alimentos para si e para o Homem e outros mamíferos, (mel, geleia real), antibióticos naturais (a própolis), além de polinizar as plantas, sendo cerca de 70% delas aquelas que são agricultáveis (PARLAMENTO EUROPEU, 2011; NÓBREGA; ANTONIALLI JUNIOR, NOSSO FOCO. 2017; 2014; DUTRA, 2019; RAMIRO, 2019; MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

No nosso e-book, traçamos conteúdos com várias informações sobre diversas espécies de abelhas e a apicultura em todo mundo e até em diferentes épocas (SAXE; POSNER, 1983; MELLO et al., 2023). Descrevemos em detalhes que abelhas são insetos pertencentes aos himenópteros juntamente com as formigas e as vespas (Ordem Hymenoptera, Superfamília Apoidea, Subgrupo Anthophila).

Estudos filogenéticos de Debevec e colaboradores (2012) apontam que ambas, abelhas e formigas, derivam da família de vespas, da família Crabronidae, cujas espécies provavelmente se alimentavam de outras espécies que se alimentavam de insetos contendo pólen associado aos seus exoesqueletos. Assim, os antepassados das abelhas possivelmente tiveram contato indireto com o pólen e passaram a preferir consumir o pólen.

Atualmente, são conhecidas cerca de 20 mil espécies que pertencem a sete famílias listadas a seguir que envolvem cerca de 4.000 mil gêneros (BUENO, 2010; ASCHER; PICKERING, 2019).

A **Figura 1** lista as famílias de abelhas com ilustrações de espécies de informações básicas, mostrando que a família Apidae é a mais representativa, enquanto a Stenotridae a menor, com apenas 21 espécies descritas. Essa figura relata características das sete famílias de abelhas. Nessa figura está ilustrada a distribuição percentual (%) da quantidade dentre nove grupos taxonômicos (insetos, ave e mamífero) que são relevantes na polinização das plantas.



Figura 1 – Distribuição percentual dentre os principais nove grupos de animais polinizadores. Fonte: Santana (2022).

1. Apidae = cerca de 6.000 espécies, tendo surgido entre 115 e 95 milhões de anos.

Exemplo: *Exaereta frontalis* (Guérin-Méneville, 1845)

(América Central e do Sul)



2. Halictidae = cerca de 4.500 espécies, tendo surgido entre 96 e 75 milhões de anos.

Exemplo: *Augochloropsis anonyma* (Cockerell, 1922)

(América do Norte, Central e do Sul)



3. Megachilidae = cerca de 4.000 espécies, tendo entre 96 e 75 milhões de anos.

Exemplo: *Lithurgus tibialis* Morawitz, 1875

(Sul da Europa, Norte da África e Rússia)



4. Andrenidae = cerca de 3.000 espécies, tendo surgido há 32 e 75 milhões de anos.

Exemplo: *Andrena cragini* Cockerell, 1899

(América do Norte)



5. Colletidae = cerca de 2.600 espécies, tendo surgido há e 123 milhões de anos no Cretáceo inferior.

Exemplo: *Hesperocolletes douglasi* Michener, 1965 (Região Florística Sudoeste da Austrália Ocidental)



6. Mellitidae = 211 espécies, tendo surgido há 53 milhões de anos.

Exemplo: *Melitta eickworti* Snelling & Stage, 1995
(América do Norte)



7. Stenotritidae = 21 espécies, tendo surgido há 92 milhões de anos.

Exemplo: *Ctenocolletes smaragdinus* (Smith, 1868)

(Austrália)



Figura 2 – As sete famílias de abelhas e suas características básicas. Fonte: Silveira (2002); Buenp, (2010); Pedro, (2014); Silva et al., (2014); Ross et al. (2022).

Atualmente, considera-se que há cerca de 25 mil a 30 mil espécies de abelhas descritas, porém esse número pode chegar a 40 mil (BUENO, 2010; MUNDO UOL, 2022) com a próxima ninhada.

Além da classificação taxonômica, as abelhas podem ser agrupadas em quatro categorias básicas conforme o padrão de comportamentos e expressão de ferrão desenvolvido capaz de injetar veneno (**Quadro 1**). Os grupos são: (i) solitárias, (ii) sociais, (iii) melíferas sem ferrão; (iv) melíferas com ferrão. Nesse quadro, observa-se que espécies de abelhas solitárias são a maioria (80%) e aquelas com ferrão desenvolvidos a minoria, pois atualmente são apenas sete espécies (0,00028).

Quadro 1 – Categorias das abelhas em relação à função ecológica e fisiológica.

Categorias	Abundância	Características
Solitárias	20.000 (80%)	- Não produzem mel nem veneno, mas se alimentam de pólen e néctar.
Sociais	4.9998 (19,99%)	- São abelhas que apresentam diferentes níveis de organização: (i) aquelas de vida altamente social (eussociais), (ii) as espécies subsociais, (iii) parassociais, ou (iv) quasassociais. Esses quatro grupos se diferenciam pela presença e domínio de uma ou mais rainhas.
Melíferas sem ferrão	Mais de 350 espécies (0,014%)	- Possuem o ferrão atrofiado e não produzem veneno.

Melíferas com ferrão	7 espécies (0,00028%)	- O ferrão é uma estrutura presente em todas as vespas, grupo ancestral das abelhas e permaneceu em sete espécies e as suas 27 subespécies do gênero <i>Apis</i>. Anteriormente, havia 10 espécies de <i>Apis</i>, porém três delas foram extintas há muito tempo e por causas naturais.
-------------------------	--------------------------	--

Fonte: Bueno (2010); Silveira et al. (2012); Silveira; Japyassú (2012); Pedro (2014); Silva et al. (2014); Costa (2019).

3. AS ABELHAS E NOSSA SOBREVIVÊNCIA

Como mostrado anteriormente, as abelhas são responsáveis pela reprodução de várias plantas, conforme Giannini (2016) e Santana (2022). Ao coletar seus alimentos (pólen, nectar e outros produtos vegetais) praticam a polinização em proporções superiores que outros animais, ou seja, a quase 80%.

No caso das plantas (consideradas superiores), são as abelhas, entre outros animais que polinizam grupo de flores através da transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma (parte do aparelho reprodutor feminino) da mesma flor ou de uma outra flor, geralmente da mesma espécie (**Figura 3**). Assim, as anteras são os órgãos masculinos da flor e o pólen é o gameta masculino. A parte feminina da flor (estigma) recebe o pólen e o conduz até o encontro com o óvulo (ALBUQUERQUE JUNIOR et al., 2010).

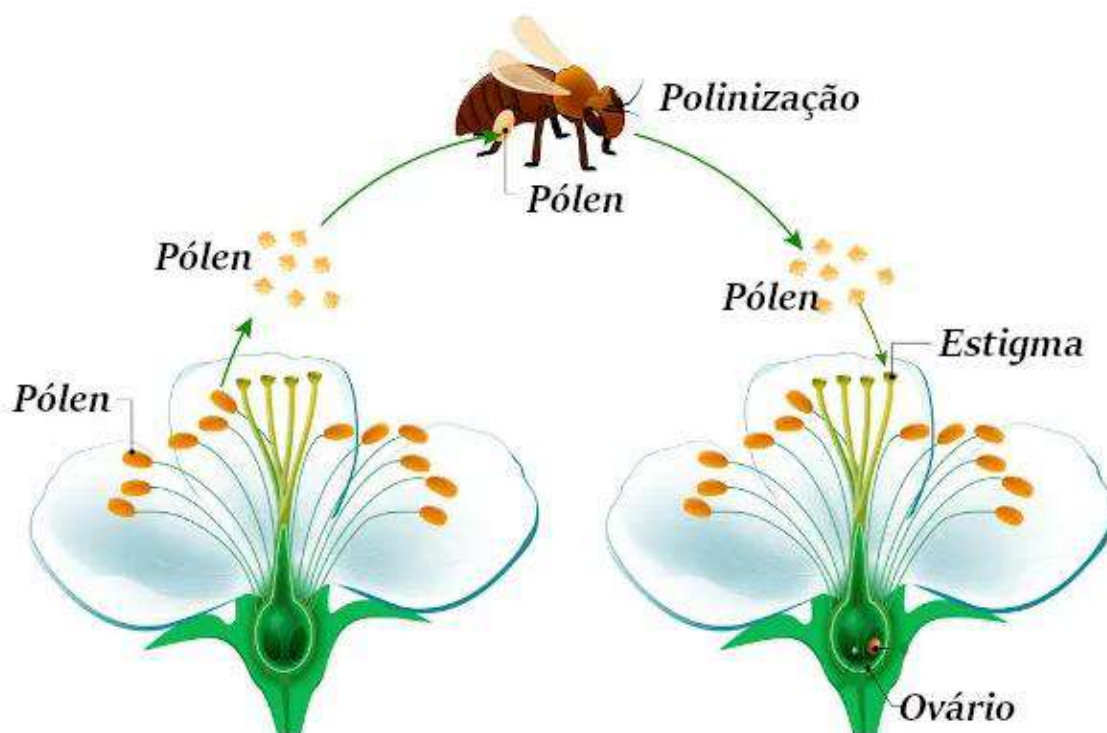


Figura 3 - Esquema da polinização realizada por abelha, indicando a transferência do pólen localizado nas anteras de uma flor até o estigma de outra flor, formando o que se desenvolve no interior do ovário. Fonte: Brasil Escola (2023).

Na **Figura 4 (A-D)** estão listadas espécies de abelhas que polinizam espécies de plantas de importância agrícola no Brasil, informando a região de ocorrência, as espécies vegetais cultivadas e os seis graus de dependência das plantas: indeterminada, não aumenta a produção, pequena, modesta, grande ou essência.

(A)

Abelha	Distribuição geográfica no Brasil*	Cultura agrícola polinizada	Dependência da cultura por polinizador animal
1) <i>Apis mellifera</i> (abelha do mel ou abelha africanizada)	Todas as regiões	1. abóbora	Essencial
		2. acapu	Indeterminada
		3. algodão	Modesta
		4. amora	Modesta
		5. café	Modesta
		6. cajá	Essencial
		7. caju	Modesta
		8. camu-camu	Indeterminada
		9. canola	Modesta
		10. cebola	Polinização não aumenta produção*
		11. girassol	Grande
		12. goiaba	Grande
		13. jatropa	Indeterminada
		14. joá	Pequena
		15. laranja	Modesta
		16. mandioca	Polinização não aumenta produção**
		17. manga	Polinização não aumenta produção
		18. melão	Essencial
		19. morango	Modesta
		20. pedra ume caa	Indeterminada
		21. pepino	Grande
		22. pimenta	Pequena
		23. pimentão	Pequena
		24. pitanga	Modesta
		25. pitanguba	Indeterminada
		26. soja	Modesta
		27. tomate	Grande
		28. umbu	Modesta

(B)

2) <i>Xylocopa frontalis</i> (carpinteira)	Todas as regiões	1. castanheira do brasil	Essencial
		2. cumaru	Indeterminada
		3. feijão caupi	Indeterminada
		4. gliricídia	Essencial
		5. goiaba	Grande
		6. jurubeba	Essencial
		7. maracujá	Essencial
		8. maracujá doce	Essencial
		9. murici	Grande
		10. umbu	Modesta
		11. urucum	Essencial
3) <i>Trigona spinipes</i> (irapuá)	Todas as regiões	1. abóbora	Essencial
		2. acerola	Essencial
		3. cenoura	Polinização não aumenta produção ⁺
		4. chuchu	Indeterminada
		5. girassol	Grande
		6. laranja	Modesta
		7. manga	Polinização não aumenta produção
		8. morango	Modesta
		9. pimentão	Pequena
		10. romã	Modesta
4) <i>Melipona fasciculata</i> (uruçu cinzenta)	Norte do Brasil	1. açaí	Indeterminada
		2. berinjela	Modesta
		3. cajá	Essencial
		4. camu-camu	Indeterminada
		5. pimenta	Pequena
		6. pimentão	Pequena
		7. tomate	Grande
		8. urucum	Essencial

(c)

5) <i>Bombus morio</i> (mamangava)	Centro oeste, nordeste, sudeste e sul	1. abóbora	Essencial
		2. beringela	Modesta
		3. goiaba	Grande
		4. jurubeba	Essencial
		5. maracujá	Essencial
		6. maracujá doce	Essencial
		7. urucum	Essencial
6) <i>Centris tarsata</i> (abelha de óleo)	Centro oeste e norte	1. acerola	Essencial
		2. beringela	Modesta
		3. cajueiro	Modesta
		4. goiaba	Grande
		5. murici	Grande
		6. murici pitanga	Grande
		7. tomate	Grande
7) <i>Epicharis flava</i> (mamangava)	Todas as regiões	1. acerola	Essencial
		2. castanheira do brasil	Essencial
		3. cumaru	Indeterminada
		4. goiaba	Grande
		5. maracujá	Essencial
		6. maracujá doce	Essencial
		7. murici	Grande

(D)

8) <i>Eulaema nigrata</i> (mamangava)	Todas as regiões	1. castanheira do brasil	Essencial
		2. cumaru	Indeterminada
		3. gabioba	Grande
		4. goiaba	Grande
		5. maracujá	Essencial
		6. maracujá doce	Essencial
		7. urucum	Essencial
9) <i>Melipona quadrifasciata</i> (mandaçaia)	Sudeste e sul	1. abóbora	Essencial
		2. café	Modesta
		3. goiaba	Grande
		4. pimenta malagueta silvestre	Polinização não aumenta produção
		5. pimentão	Pequena
		6. tomate	Grande
10) <i>Tetragonisca angustula</i> (jatai)	Todas as regiões	1. acapú	Indeterminada
		2. cenoura	Polinização não aumenta produção*
		3. cupuaçu	Essencial
		4. morango	Modesta
		5. pepino	Grande
		6. pimentão	Pequena

Figura 4 – Listas (A-B) das 10 espécies de abelhas que polinizam espécies de plantas do Brasil de importância econômica. Fonte: Giannini (2016).

Na sequência, a **Figura 5** ilustra 10 categorias para espécies de abelhas que polinizam espécies de plantas do Brasil, informando a região de ocorrência, as espécies vegetais cultivadas e os seis graus de dependência (GIANNINI, 2016), especificando o grau de dependência desde: (i) não aumenta a produção (Não Interfere - n= 07 casos); (ii) Indeterminada (n= 12 casos); (iii) Pequena (n= 07 casos); (iv) Modesta (n= 19 casos); (v) Grande (n= 18 casos); Essencial (n = 13 casos), conforme gráfico de distribuição percentual. Nota-se que as categorias *Grande + Essencial* representam cerca de 54%, enquanto *Não Interfere + Indeterminada* somam 25% do total.

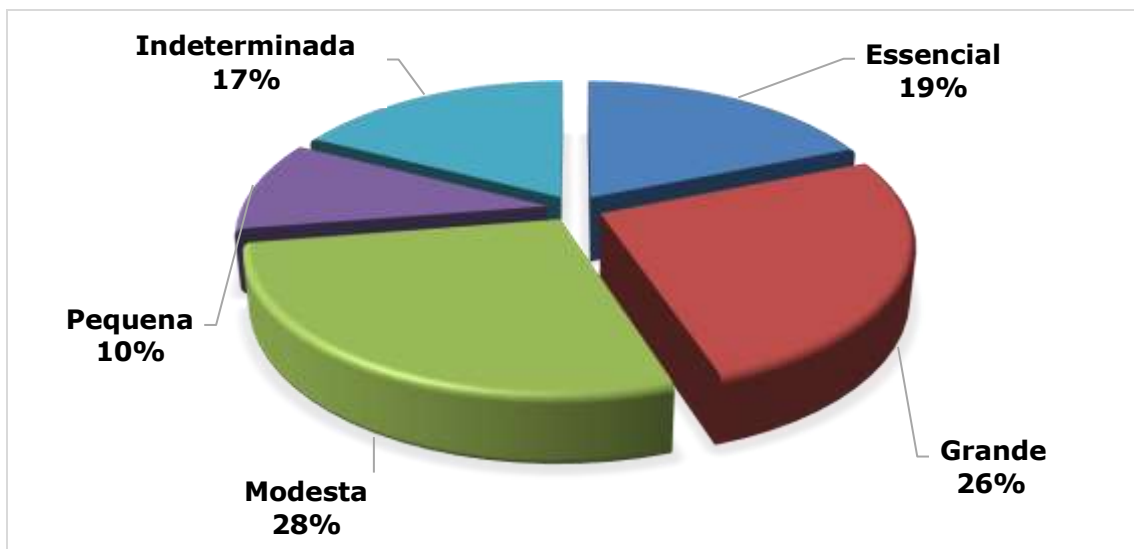


Figura 5 – Distribuição percentual do grau de dependência de plantas de importância comercial de 11 espécies de abelhas. Fonte: Modificado de Giannini (2016).

4. ABELHAS QUE AMEAÇAM OUTRAS ABELHAS

Além das abelhas serem benéficas às plantas, há abelhas que ameaçam outras espécies de abelhas, praticando o cleptoparasitismo (PERUQUETTI et al. 2012), ou seja, o ato de roubar os recursos de outras espécies, invadindo os ninhos para obter mel e outros recursos e/ou depositar seus ovos, a exemplo da espécie *Rhathymus friesei* Ducke 1907 (WERNECK et al. 2012). Esse tipo de comportamento também é verificável em vários grupos de animais tanto em invertebrados como vertebrados (IYENGAR, 2008).

O termo cleptoparasitismo resulta da junção de ‘kleptein’, do grego: ‘roubar’ ‘furtar’ com parasitismo. Parasita vem do grego pará (ao lado) + sítio (alimento) que envolve duas espécies diferentes, sendo a espécie explorada, denominada hospedeiro (ORIGEM DA PALAVRA, 2023). Por vezes, se usa o termo parasitismo quando um indivíduo explora outro da mesma espécie, porém isso não se aplica pela definição de parasitismo, uma vez que por definição esta relação ocorre entre espécies.

Para Silveira e Japyassú (2012, p. 56):

“Cleptoparasitismo é um termo que se refere a uma interação recíproca na qual um indivíduo tira proveito dos investimentos de forrageamento de outro. O comportamento cleptoparasitário ocorre em uma gama diversificada de táxons, incluindo cnidários, anelídeos, artrópodes, moluscos, equinodermos, peixes, répteis, aves e mamíferos (Iyengar, 2008); nessa ampla faixa, as interações hospedeiro-parasita variam fortemente.”

Alguns autores empregam para esse comportamento as expressões “pirataria”, “roubo” ou “furto” que envolvem conotações antropomórficas e por isso há a preocupação de autores que estudam comportamento animal que se use o termo cleptoparasitismo

(GIRALDEAU; CARACO, 2000; SILVEIRA; JAPYASSÚ 2012). Para esses autores existem três tipos diferentes de cleptoparasitismo:

- (i) **agressivo** – quando é realizado com ameaça ou agressão;
- (ii) **compartilhado** – quando o alimento é explorado simultaneamente pelo hospedeiro e um ou mais cleptoparasitas com pouco ou nenhum comportamento agressivo;
- (iii) **clandestino** - quando o cleptoparasita retira o alimento evitando ser percebido pelo hospedeiro.

Esse comportamento envolve estratégias plurais, com interações inter e intraespecíficas em que um animal obtém recursos alimentares e de espaços construídos ou conquistados pela espécie hospedeira (GIRALDEAU; CARACO, 2000; SILVEIRA, et al., 2012), avançando no que inicialmente era considerado apenas com a conquista de alimento de outras espécies, pois o termo cleptoparasita foi introduzido, primeiramente, para descrever o roubo de alimentos previamente coletados ou processados por algum outro indivíduo (ROZEN, 1991; MICHENER, 2007; PERUQUETTI et al. 2012).

Acredita-se que em abelhas o cleptoparasitismo evoluiu, independentemente, muitas vezes em quatro das sete famílias de abelhas conhecidas (MICHENER, 2007). O cleptoparasitismo observado nas duas espécies do gênero *Lestrimelitta* Schwarz (1948) (*L. ehrhardti* Friese, 1931 e *L. limao* (Smith, 1863), também conhecida como abelha limão que constroem seus próprios ninhos, porém obtém todo material necessário para a construção e as provisões dos seus ninhos de espécies extraído do ninho de colmeias e outras espécies (MARCHI; MELO, 2006).

Os ataques das abelhas limão (que exalam cheiro de limão) a outras abelhas ocorrem em grandes enxames envolvendo milhares de indivíduos que podem durar muitos dias que levam muitos dos seus

hospedeiros à morte. O interessante é que a abelha limão costuma defender seus hospedeiros de outras espécies parasitas (IAGRO-SMAGRO, 2015; GRUPO APISANTOS, 2018; A.B.E.L.H.A.S., 2020).

A **Figura 6** exemplifica a presença de abelha limão na colmeia de *Frieseomelitta varia* (Lepelletier, 1836) que é uma espécie que nidifica em árvores ocas na Amazônia, no cerrado e na caatinga. Essa espécie possui diversos nomes populares tais como marmelada, marmelada-amarela, miguel-de-breu, manóel-de-breu, manóel-d'abreu, moça-branca, entre outros (ZUBEN, 2012; PEDRO, 2014).

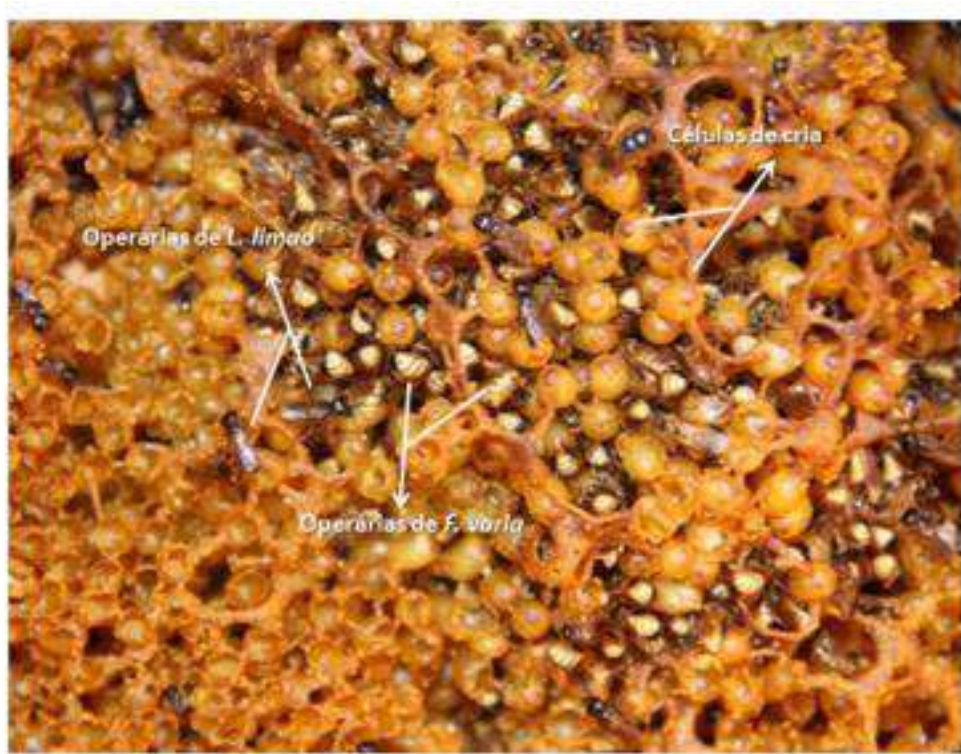


Figura 6 – Foto operárias de abelhas limão (*L. limão*) parasitando ninho de abelha marmelada (*F. varia*), indicando as células de cria da hospedeira (Fonte: ZUBEN, 2012).

6. PARASITAS DE ABELHAS

Há várias de interação benéficas entre as abelhas, as plantas e uma série de microrganismos que resultam na síntese de metabólitos secundários que, beneficamente, contribuem para uma melhor qualidade de mel (**Figura 7**).

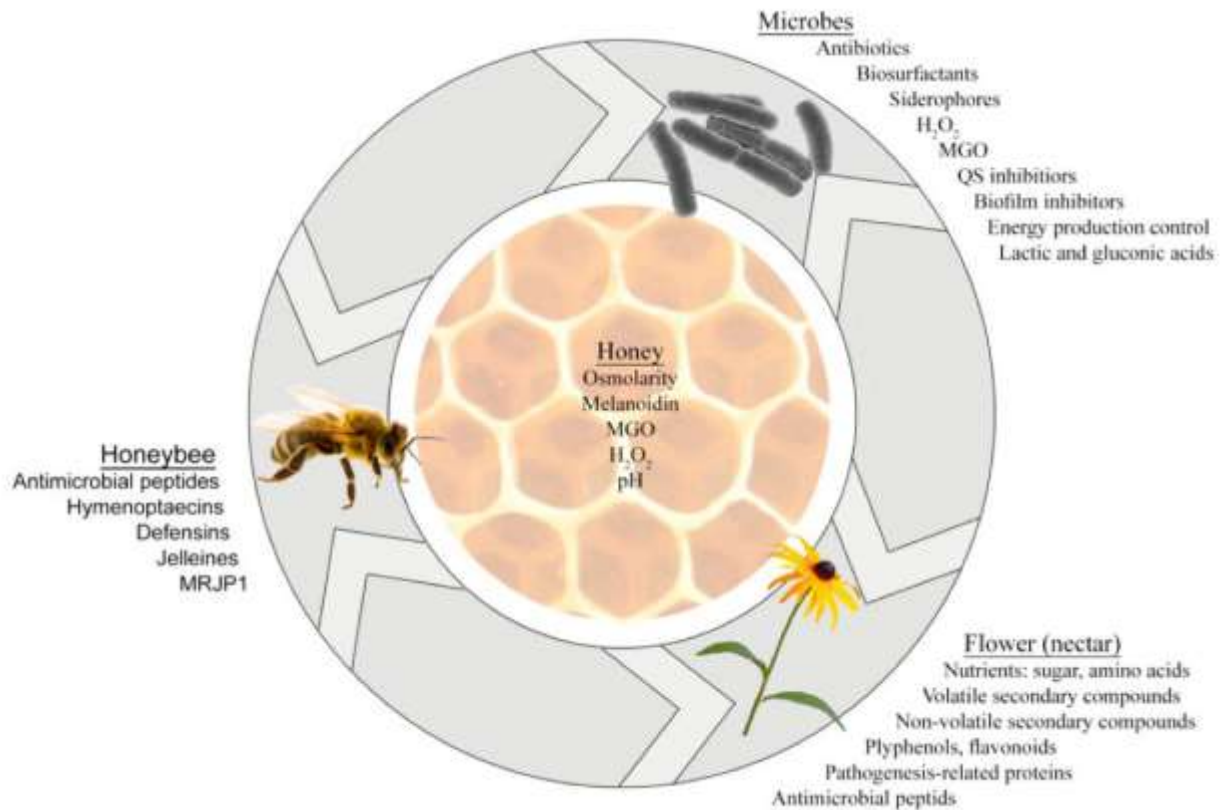


Figura 7 – Diagrama listando as principais vias de interações entre microrganismos, plantas e abelhas na produção de metabólitos secundários que contribuem para a atividade antimicrobiana do mel de *Apis mellifera*. Fonte: Brudzynski (2021).

Por outro lado, existe pelo menos seis tipos de parasitismo que afetam as abelhas (HAN et al., 2010; LESKA e al., 2021; LANNUTTI et al. 2022) que podem causar o declínio ou até extinção local das abelhas:

- (a) Ácaros - causam Acariose;
- (b) Ácaros – causam Varroasis;
- (c) Bactérias - causam Cria Pútrida Americana;
- (d) Bactérias - causam Cria Pútrida Europeia;
- (e) Fungos - causam Nosemose;
- (f) Amebas – causam Amebíase.

Nas **Figuras 8 e 9** estão indicados os fatores que afetam as abelhas, além dos parasitas (SANTOS; SOUZA, 2015; LESKA e al., 2021):

- a) metais pesados (heavy metal);

- b) parasitas (parasites);
- c) espécies invasoras (invasive espécies);
- d) inseticidas (insecticides); antibiótico (antibiotics); organismo geneticamente modificado ou transgênico (genetically modified organism - GMO);
- e) deterioração do ambiente (habitat deterioration);
- f) poluição do ar (air pollution);
- g) vírus (virose);
- h) patógenos como bactéria e fungo (pathogenic – bacteria and fungi).

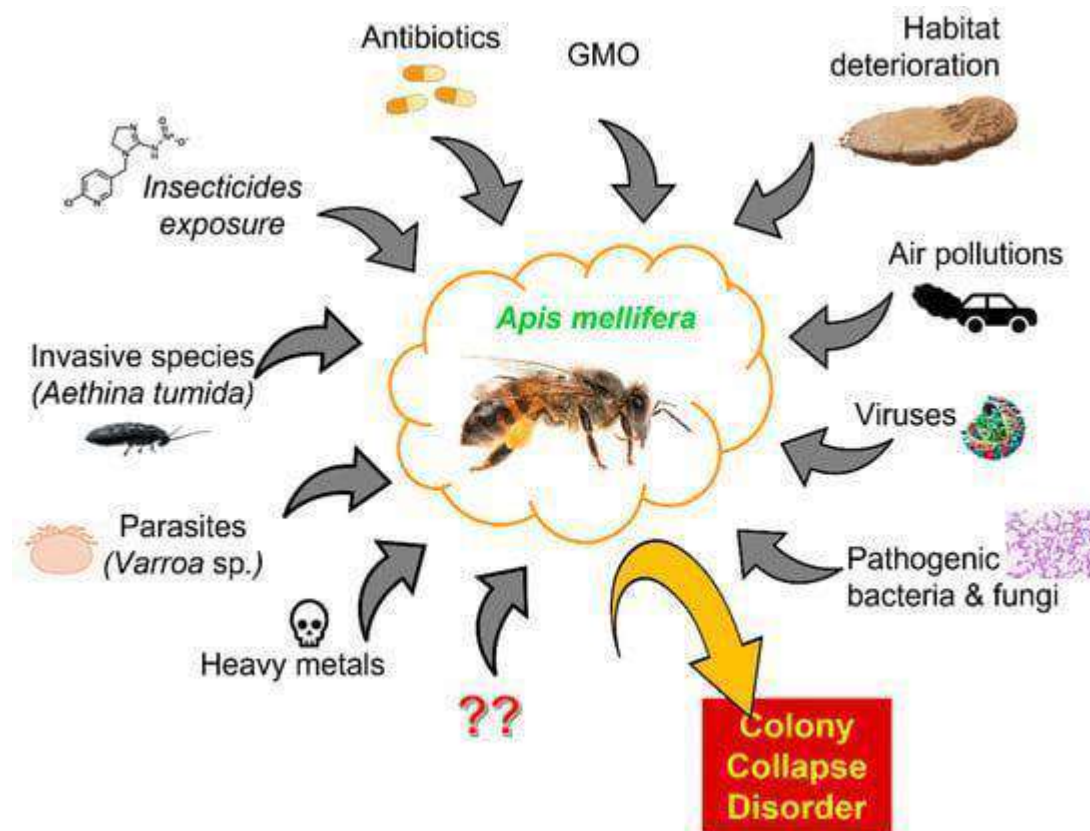


Figura 8 – Esquema indicando principais agentes que podem causar a Desborde (Disorder) que causam Colapso (Collapse) em Colonias (Colony) de abelhas da espécie *Apis mellifera*, internacionalmente conhecida pela sigla CCD. (Fonte: LESKA e al., 2021).

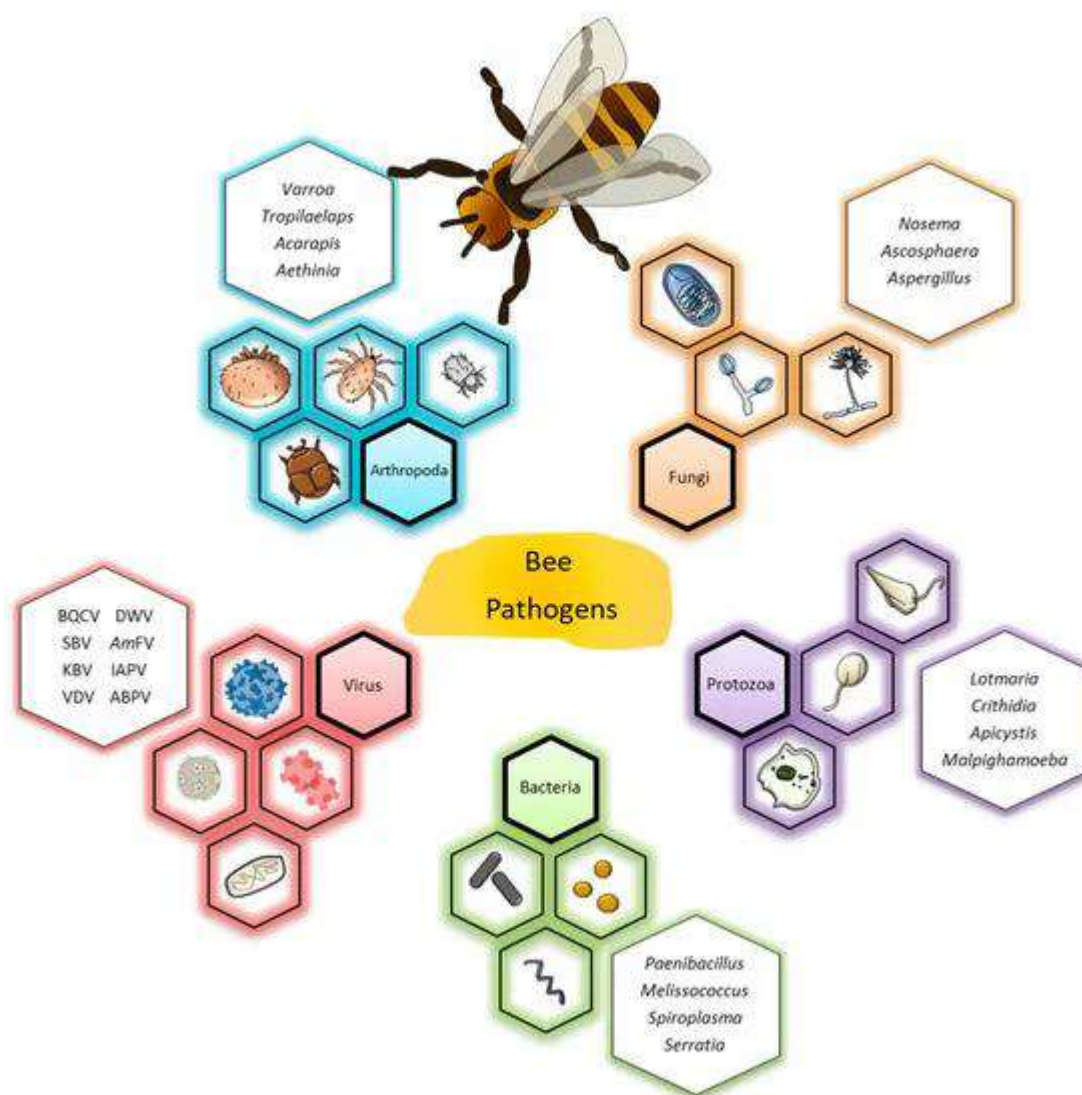


Figura 9 – Principais patógenos que afetam as abelhas, exemplificando os artrópodes (favos azuis), os fungos (favos laranjas), os vírus (favos vermelhos), os protozoários (favos lilás) e as bactérias (favos verdes). Fonte: Lannutti et al (2022).

A correta identificação destas doenças nem sempre é possível, mesmo para os apicultores e veterinários mais experientes. No caso de colapsos inexplicáveis ou de difícil explicação, o apicultor deve procurar a Associação de Apicultores ou Universidades e Centros de Pesquisas que contam com especialistas em estudar as patologias apícolas (PIRES et al., 2016).

O declínio das abelhas é uma preocupação de proporções mundiais e está relacionado à vários fatores que, a exemplo daqueles de origem antrópica, tais como desmatamento, uso de agrotóxicos e introdução de espécies exóticas, tanto de animais como de plantas (PIRES et al., 2016).

O Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC) de *A. melifera* é uma síndrome mais conhecida pela sigla em inglês CCD (Colony Collapse Disturb) foi caracterizado a partir de eventos que ocorreram na Europa, em 2006 (PIRES et al., 2016). Nos Estados Unidos, essa síndrome também foi documentada entre 2006 e 2007, em cerca de 27 estados americanos, causando a perda de mais de 1/4 de colmeias - 2,5 milhões de colmeias (PIRES et al., 2016).

Essa síndrome foi detectada quando se encontraram colmeias cheias de mel, larvas e a rainha, porém com pouquíssimas abelhas operárias a coletar néctar e pólen. As principais parasitoses que atacam as abelhas estão descritas no **Quadro 2**.

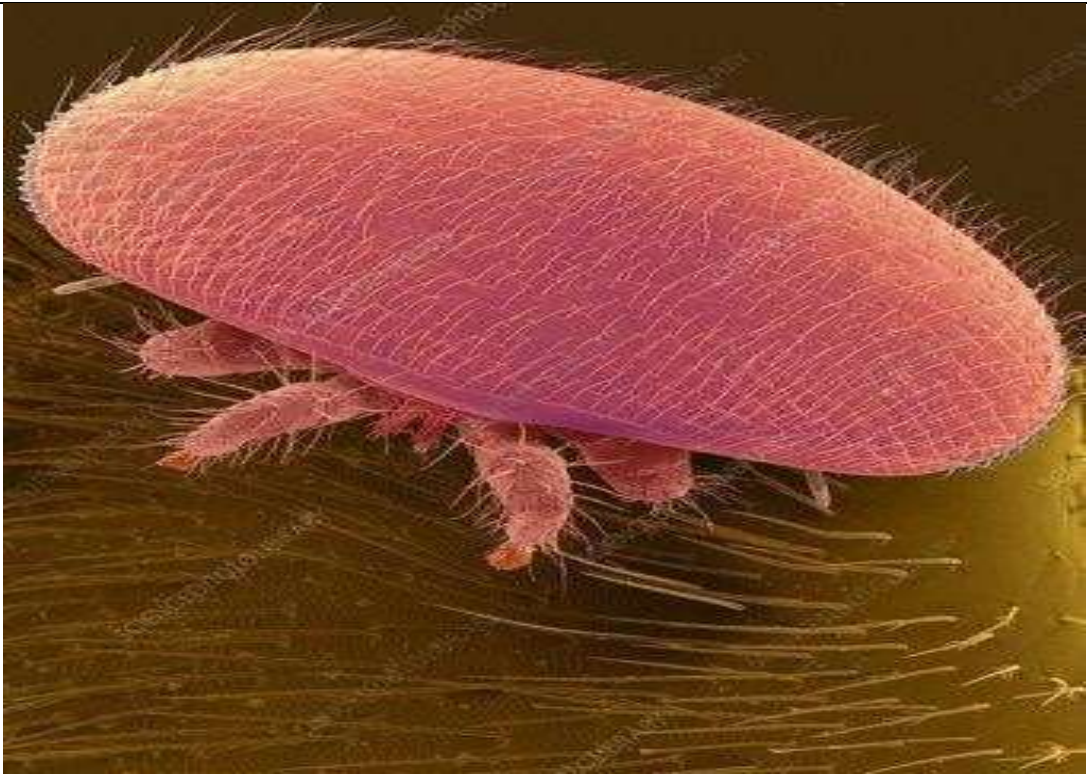
Quadro 2 – Características de parasitas que afetam as abelhas.

A. Acariose	
- É causada por parasitas que vivem no interior da traqueia da abelha, dos quais a espécie de maior ocorrência é o ácaro <i>Acarapis woodi</i> (Rennie, 1921). As abelhas quando infectadas perdem a capacidade de voo. Essa é uma doença rara entre as abelhas que habitam o Brasil.	
	
B. Varroasis	

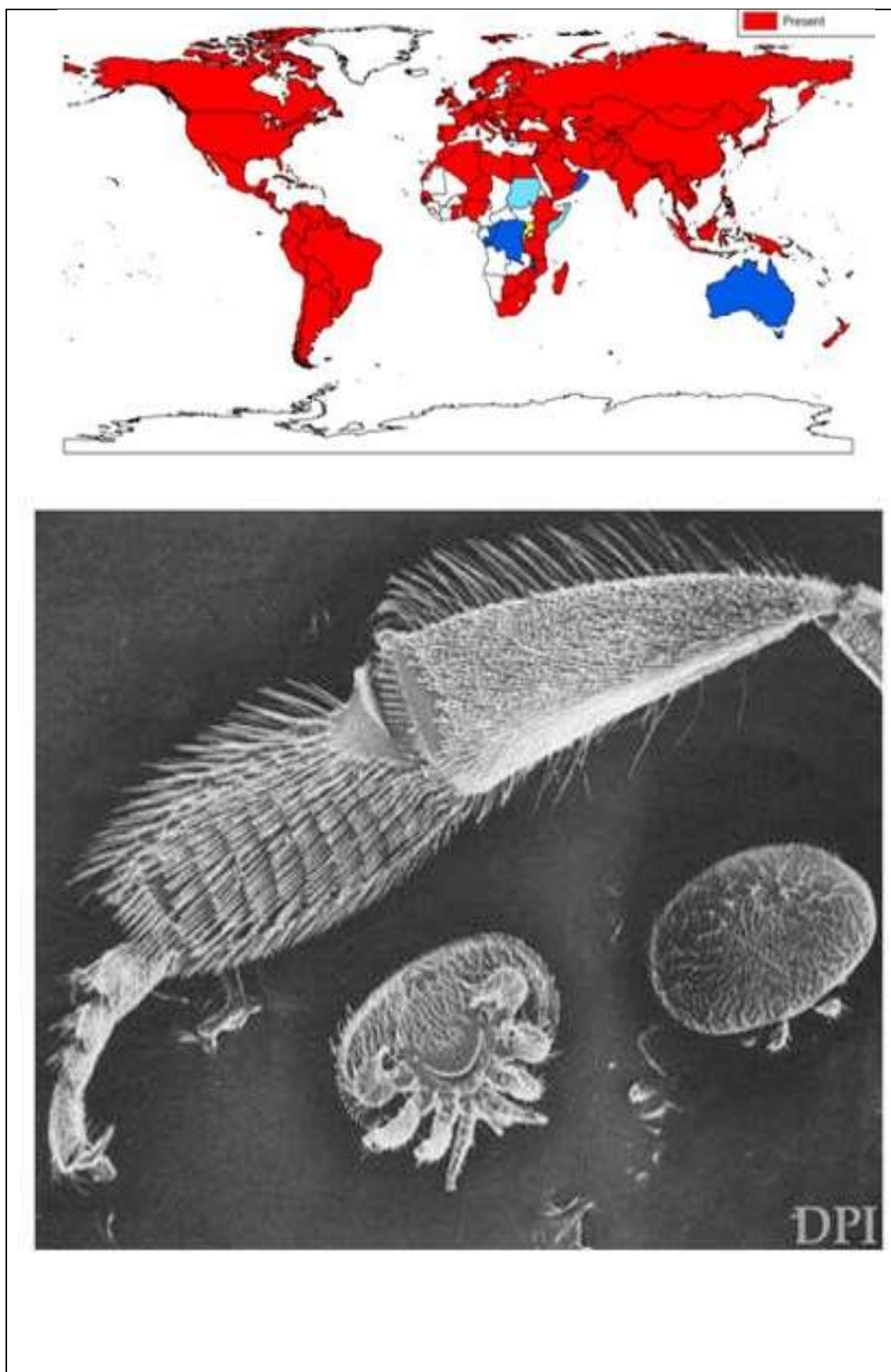
- A varroa é uma doença parasitária que afeta tanto as crias como as abelhas adultas e é provocada pelo ácaro *Varroa jacobsoni oudemans* Oudemans, 1904, uma espécie visível a olho nu.

- Esse tipo de infestação causa muitos danos às larvas das abelhas que nascem defeituosas. Nas abelhas adultas os ácaros sugam a hemolinfa, causando a perda de cerca de 50% do peso do corpo, em poucas horas.





- A distribuição da espécie *V. destructor* nos continentes está representada na figura a seguir que indica que essa espécie de ácaro infecta as abelhas em praticamente todo o mundo.
- O mapa a seguir indica as áreas do planeta onde o ácaro está presente (vermelho), há suspeita da presença (amarelo), há suspeita da ausência (azul claro), não há informações (branco).



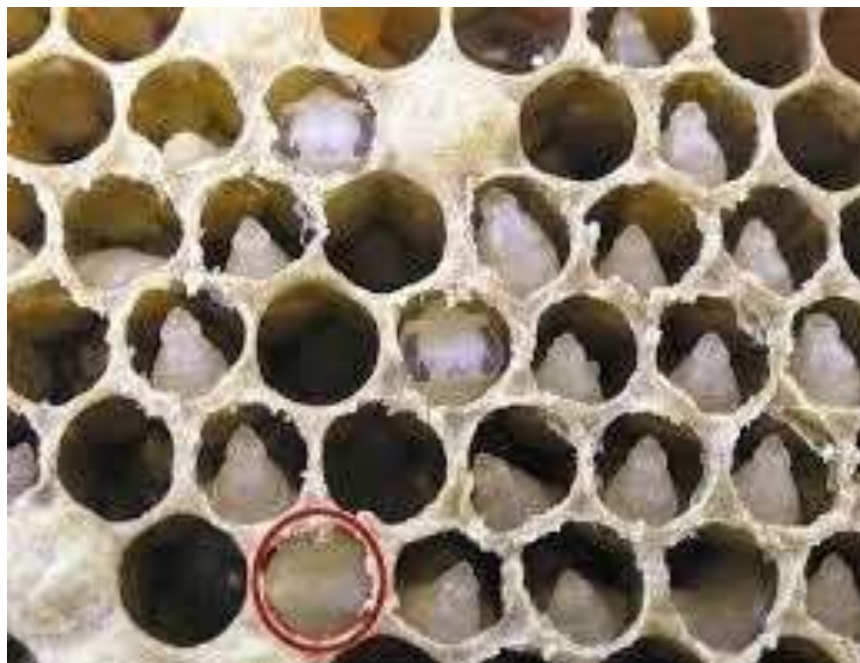




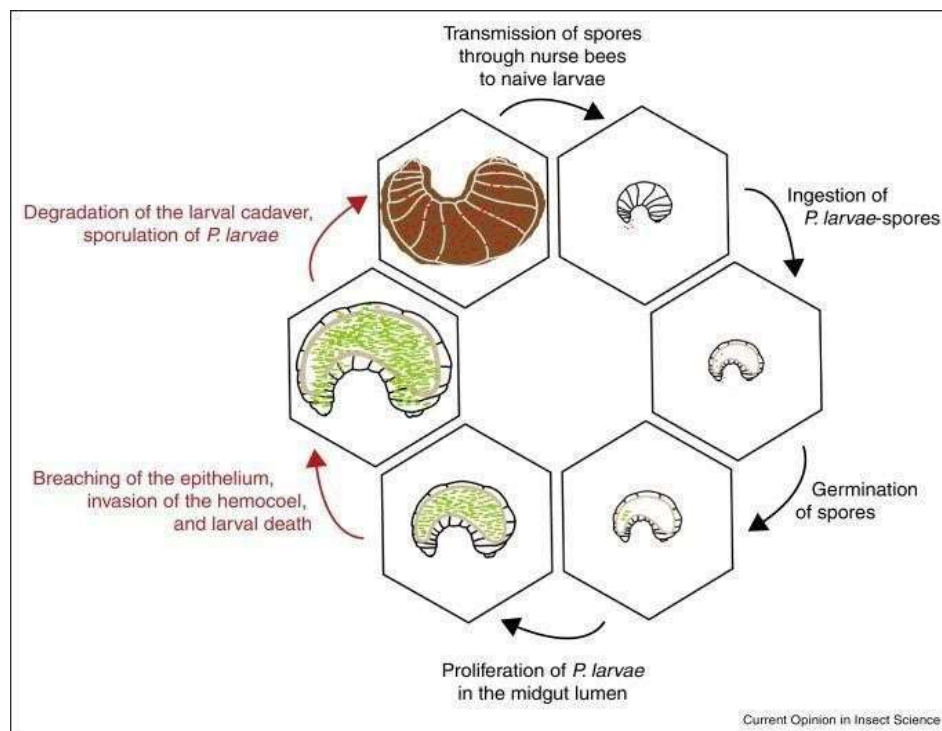
C. Cria Pútrida Americana

- Essa doença é causada por uma bactéria chamada de *Paenibacillus larvae* que mata as larvas que se encontram em estado avançado de desenvolvimento, principalmente no estágio inicial da formação da pupa.

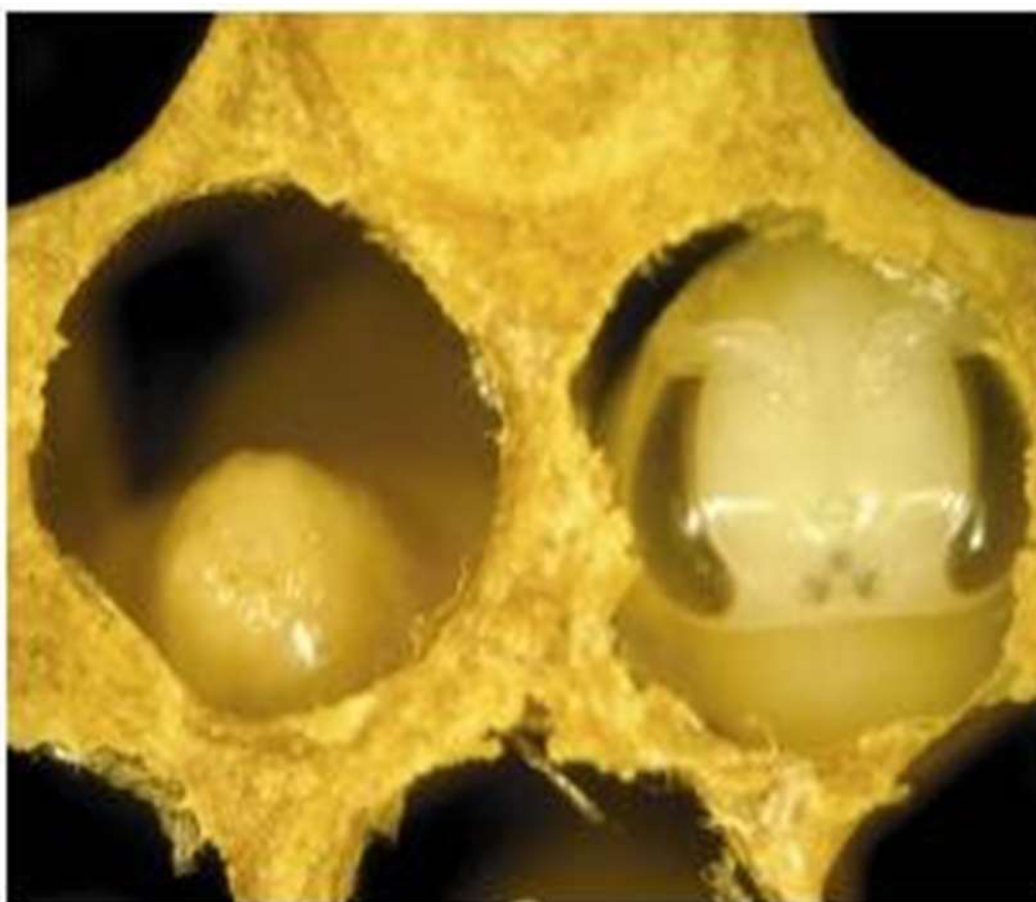
- A contaminação se dá através do consumo do mel infectado quando com esporos da bactéria que podem permanecer latentes por muito tempo.
- As larvas infectadas apresentam uma coloração entre marrom escuro ao negro e consistência viscosa e um odor forte que parece cola de madeira, aspectos estes que facilitam a identificação.
- A morte das abelhas ocorre na fase de pré-pupal ou de pupa completamente formada.
- Os favos com as larvas que foram infectados com as larvas mortas apresentam-se afundados e descoloridos, conforme o local indicado com círculo vermelho na figura a seguir.
- As fotos das lavas infectada (à esquerda) e não infectada (à direita), dentro e fora dos favos, ilustram as diferenças no desenvolvimento de indivíduos que estão na mesma fase de desenvolvimento.



- As colmeias com essas características devem ser imediatamente destruídas, preferencialmente pela ação do fogo.
- O esquema a seguir mostra o ciclo de bactéria que começa com a transmissão dos esporos da bactéria através das abelhas que cuidam das larvas. Nesse contato, as larvas ingerem os esporos que germinam nos seus no lume do intestino.

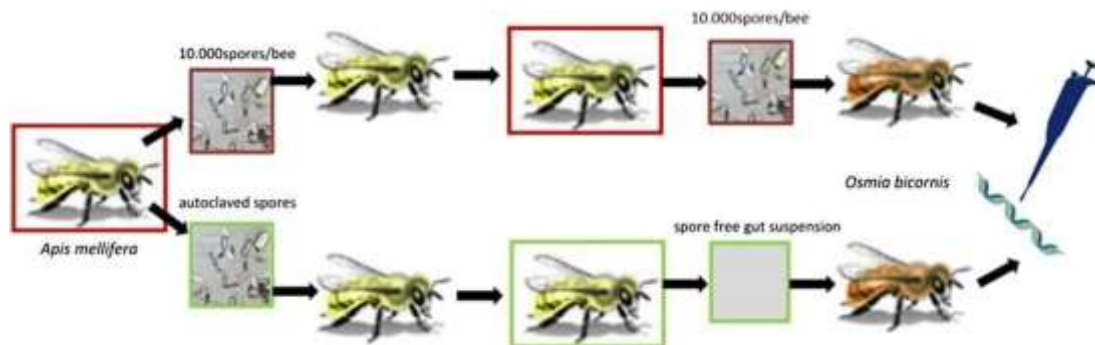


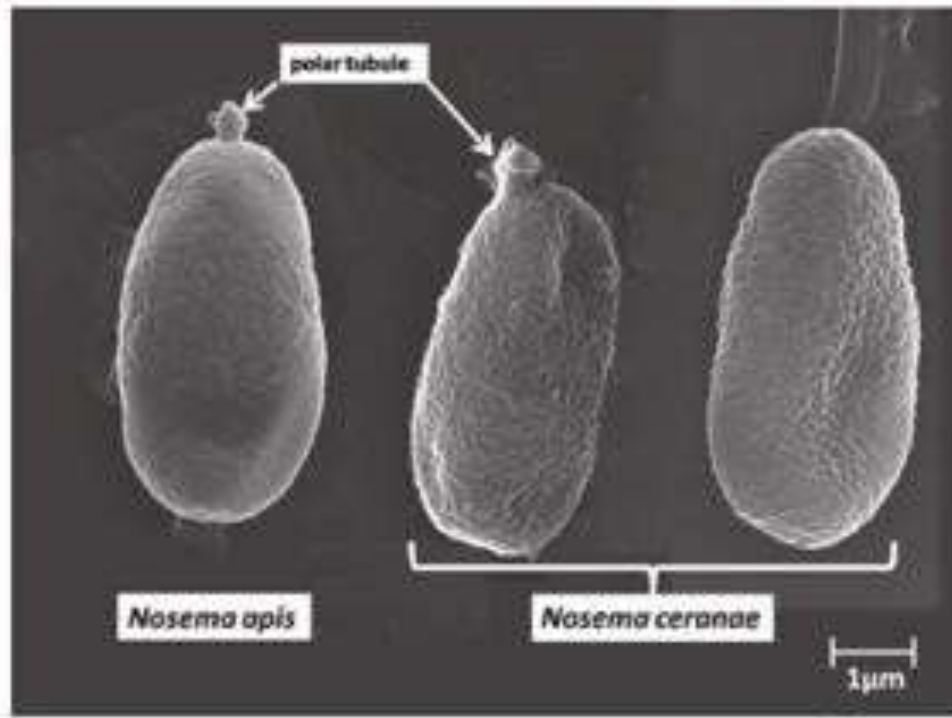
- Quando as bactérias saem dos esporos elas invadem a hemocel e acabam causando a morte das larvas de abelhas. Enquanto as larvas de abelha se decompõem, as bactérias se reproduzem e formam novos esporos.



E. Nosemose

- Essa doença é causada por um fungo parasita estomacal *Nosema apis*, e afeta a rainha, as operárias e os zangões. A transmissão dessa doença ocorre através do alimento, água ou equipamentos contaminados com esporos, como demonstra o esquema abaixo.
- A doença microsporídica conhecida como Doença de Nosema, Nosematose ou Nosemose” vem sendo combatida há mais de 100 anos. O único agente causal conhecido da doença de Nosema era *Nosema apis* que afeta o sistema digestivo das abelhas operárias, zangões e como também da abelha-rainha.
- O processo de contaminação ocorre quando o esporo do fungo *N. apis* é ingerido com alimentos das abelhas e se instalam no interior destas, destruindo as células epiteliais responsáveis pela digestão e assimilação dos nutrientes.





- Desse modo, o alimento ingerido não é aproveitado do modo esperado.
- Essa doença causa inflamação no intestino das abelhas causando diarreia. Os esporos do fungo vivem nas fezes das abelhas por mais de dois anos. No solo os esporos permanecem de 44 a 71 dias e no mel por dois a quatro meses.
- Em 1996, um organismo similar ao *N. apis* foi descoberto na abelha asiática *A. cerana* e, posteriormente a espécie *N. ceranae*. Este parasita, aparentemente, também infecta a *A. mellifera*.
- Observa-se que as abelhas são mais susceptíveis à essa doença são aquelas que atingem 15 dias de idade porque estas chegam à maturidade plena dos seus tratos digestivos.
- A ocorrência da nosebose é favorecida por pilhagem que nada mais é que o comportamento de uma abelha operária roubar o mel de outras colmeias vizinhas. O descuido no manejo da apicultura com

introdução acidental de abelhas contaminadas também cauda a disseminação da doença.

- Essa é um tipo de doença sazonal, tipicamente no período da primavera quando se inicia a produção das crias de abelhas que pode, assim, se a doença se multiplica, podendo atingir a fase latente. Quando chega o verão há uma diminuição dos esporos infecciosos, reduzindo a prevalência dos fungos. Quando a doença ocorre no inverno, alguns apicultores denominam esse fenômeno de "fase de repouso no inverno".

- Até o ano de 1996, *Nosema ceranae* descrita a partir da abelha asiática *Apis cerana*. Desde então, *N. ceranae* foi encontrada infectando populações de abelhas europeias, *A. mellifera*, em todo o mundo.

- As origens de *N. ceranae* e o papel que esses microsporídeos patógenos podem desempenhar no colapso das colônias de abelhas sendo, assim, estudados em laboratórios em todo o mundo.

- Ainda há muito a ser estudado para entender como eles são transmitidos e invadem novas colônias, e os efeitos sobre os hospedeiros das abelhas, especialmente quando *N. apis* e *N. ceranae* interagem com outros agentes como diferentes doenças, ação de pesticidas e outros estresses ambientais?

- A foto a seguir ilustra os esporos no trato digestivo das abelhas.



F. Bactéria que propicia a Nosemose

- Foi observado que a exposição ao pólen de milho contendo genes do *Bacillus thuringiensis* pode enfraquecer a defesa das abelhas contra a nosemose.
- Foi observado que num período de um ano a infecção por essa bactéria levou a uma redução no número de abelhas e subsequentemente de suas ninhadas.
- Provavelmente, a interação entre as toxinas produzidas pelas bactérias e ou agentes patogênicos dos fungos nas células epiteliais do intestino de abelha acelera a piora do quadro clínico das abelhas.

G. Amebíase - A Amebíase é uma doença causada por uma espécie de ameba denominada <i>Malpighamoeba mellifica</i>. - Essa espécie atua internamente no corpo da abelha, causando sérios danos ao aparelho digestivo das abelhas.
--

Fonte: (A) Acariose: Turbosquid (2010), Science Photo Library, s/d.; Curso CP, (2023); (B) Varroasis: Mondet et al. (2020); Nalen (2022), Oliveira (2022); Oliveira; Carvalho (2023); (C) Cria Pútrida Americana: Genersch, 2010; Poppinga; Genersch (2015); (D) Criar Púrpura Europeia: Rao (2011); (E) Nosemose: Ptasińska et al. (2012); Li et al. (2018); Müller (2019) Solter (2019); Babin et al. (2022); Oliveira (2022); Snow (2022); (C) Amebíase: Schäfer et al. (2022).

7. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DAS ABELHAS

As abelhas se encontram em praticamente todos os biomas, à exceção das áreas polares e no deserto.

Por exemplo, a espécie de abelha mais conhecida e introduzida em vários biomas é a *A. mellifera* cuja distribuição original se restringia às áreas marcadas na **Figuras 10 e 11**. Mais especificamente, a **Figura 11** mostra a distribuição de 19 subespécies *A. mellifera* na Europa.

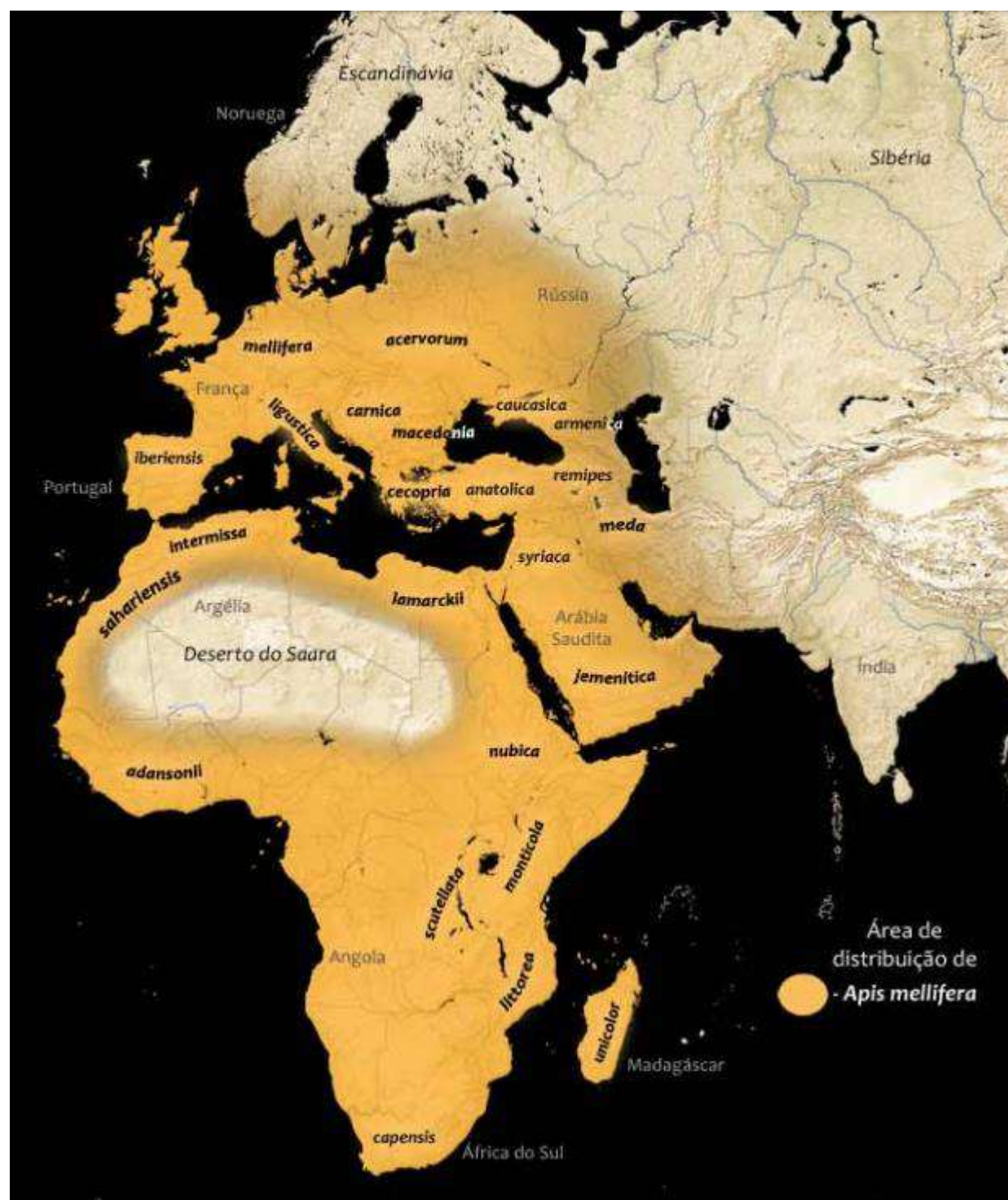
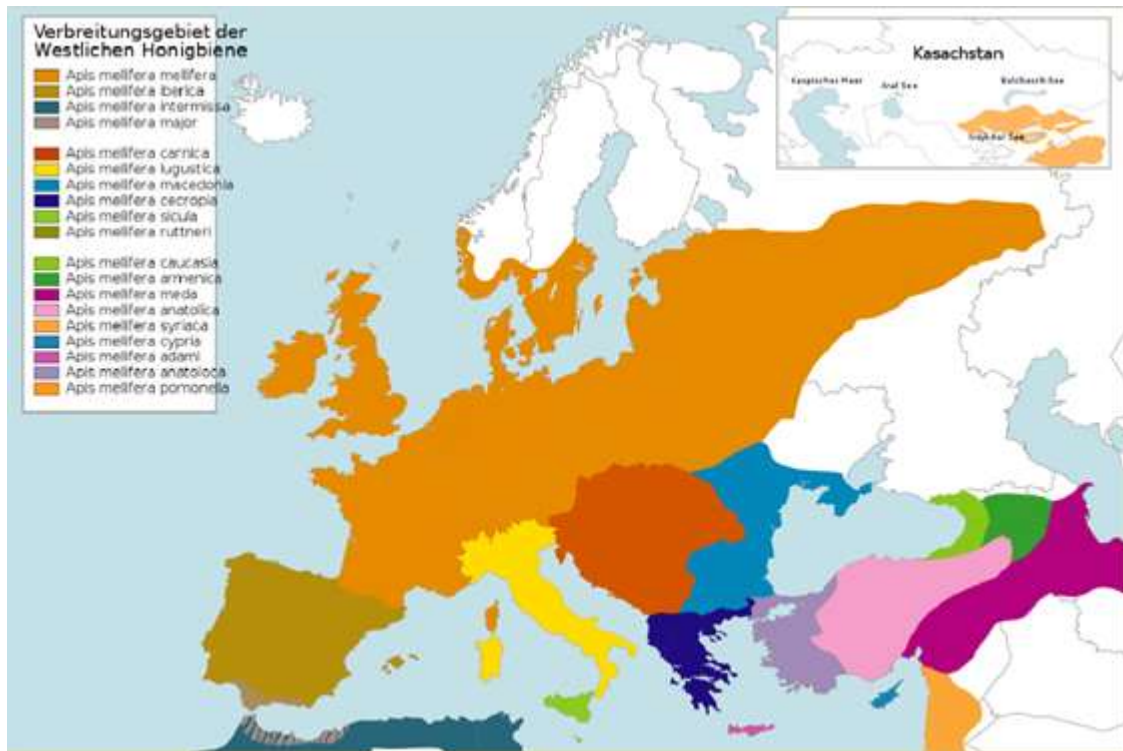


Figura 10 – Distribuição da espécie de abelhas *A. mellifera* na Europa, Oriente Médio e África. Fonte: Nutriagro (s/d.).



	1. <i>Apis mellifera mellifera</i>
	2. <i>Apis mellifera iberica</i>
	3. <i>Apis mellifera intermissa</i>
	4. <i>Apis mellifera major</i>
	5. <i>Apis mellifera carnica</i>
	6. <i>Apis mellifera lugustica</i>
	7. <i>Apis mellifera macedonia</i>
	8. <i>Apis mellifera cecropia</i>
	9. <i>Apis mellifera sicula</i>
	10. <i>Apis mellifera ruttneri</i>

	11.	<i>Apis mellifera caucasia</i>
	12.	<i>Apis mellifera armenica</i>
	13.	<i>Apis mellifera meda</i>
	14.	<i>Apis mellifera anatolica</i>
	15.	<i>Apis mellifera syriaca</i>
	16.	<i>Apis mellifera cypria</i>
	17.	<i>Apis mellifera adami</i>
	18.	<i>Apis mellifera anatoloca</i>
	19.	<i>Apis mellifera pomonella</i>

Figura 11 – Distribuição de 19 de subespécie de abelhas *A. mellifera* que ocorrem na Europa e uma parte do norte da África. Fonte: Moreira e Farinha (2011).

Em 1839, a espécie de *A. mellifera* foi introduzida nas Américas primeiramente, trazida de Portugal para o Brasil pelos jesuítas. Foi o Padre Antônio Carneiro importou da região do Porto, em Portugal, 100 colônias de abelhas dessa espécie. Ao final da viagem, somente sete colônias sobreviveram ao chegar na cidade do Rio de Janeiro.

Anos depois, colonizadores alemães trouxeram essas abelhas para o Sul do Brasil, em 1845. De 1870 a 1895, abelhas da Itália foram introduzidas no Rio Grande do Sul e em Pernambuco. Muitas outras introduções sem registros foram observadas no território brasileiro, porém sem registros (CURSO CP, 2023).

Em 1956, o Dr. Warwick Estevam Kerr, um pesquisador brasileiro que pesquisava genética de abelhas sem ferrão na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), importou abelhas africanas para o Brasil do com a intenção de criar uma linhagem mais produtiva, dando origem a uma nova espécie híbrida entre abelha europeia e africana (PEREIRA et al., 2014).

Em 1957, por uma falha de manejo das abelhas africana 26 colmeias tiveram espécimes que enxamearam, ou seja, elas deixaram a colmeia original para instituir outras. O cruzamento de rainhas da espécie africana (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836) com machos da espécie europeia que viviam no ambiente, resultando, assim, no fenótipo de abelha africanizada que se espalhou pelas Américas (**Figura 12**).



Figura 12 – Dispersão de abelhas africanizadas que escaparam de Piracicaba, SP. Fonte: Pereira et al. (2014).

Durante esse período de africanização, o Brasil viveu uma fase problemática que foi muito explorada pelo sensacionalismo da mídia, que alardeavam a existência de um novo tipo de abelha - “abelhas assassinas” – em decorrência dos muitos acidentes registrados e muitos apicultores abandonaram as colmeias e/ou usaram inseticidas. Os apicultores que permaneceram em suas atividades tiram proveito das abelhas híbridas que são mais resistentes às doenças, defensivas e produtivas.

Em 1967, foi fundada a Confederação Brasileira de Apicultura (CBA) e em 1970 foi realizado o 1º. Congresso Brasileiro de Apicultura. No ano de 2009, o Brasil conquistou o 4º. lugar no ranking mundial dos maiores exportadores de mel.

Porém, nos anos posteriores, em razão da falta de chuvas em algumas regiões brasileiras, a produção de mel reduziu significativamente. Em 2012, o Brasil chegou à 10ª. Posição no ranque mundial.

Em 2018, a apicultura rendeu R\$ 502,8 milhões nos colocando na 11ª posição entre os maiores produtores de mel do mundo, vencendo desafios, sendo mais produtivo em certas áreas (Rio Grande do Sul, Paraná, Piauí) em detrimento de outras, conforme detalhado nas **Figura 13 e 14**. No ano de 2021, o Brasil conseguiu exportar cerca de 47 milhões de toneladas de mel. Isso representa um aumento de 8,4% em relação a 2020.

No Brasil, a atividade de **apicultura**, que envolve a criação de abelha para a obtenção de **mel, cera e outros derivados**, desempenha um papel significativo. O trabalho mais importante é o **serviço de polinização** que as abelhas prestam, aumentando a produtividade e a produção de grãos, sementes, frutos, verduras e legumes.

PRODUTOS EXTRAÍDOS DAS COLMÉIAS

Geleia Real

Mel

Própolis

Néctar

Cera

Polén

Apitoxina

Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), 85% das plantas com flores e 70% das culturas agrícolas **dependem diretamente dos polinizadores**, além de possuir uma longa tradição e uma crescente relevância econômica. De acordo com relatório divulgado em 2016 pela Plataforma Intergovernamental de Serviços Ecossistêmicos e Biodiversidade (IPBES), as **culturas que dependem da polinização animal, incluindo as abelhas**, contribuem com aproximadamente **35% do volume total de produção de alimentos no mundo**, representando entre 5% e 8% do valor global dessa produção.

De acordo com os dados do IBGE, o país tem cerca de **350 mil produtores de mel**, e em 2021 registrou **recorde de produção**, com **55,8 mil toneladas**, aumento de 6,4% ante a 2020, o que faz do Brasil o **décimo maior produtor de mel do mundo**. O valor da produção chegou a R\$ 854,4 milhões, um aumento de 34,8% sobre o ano de 2020.



Quanto as exportações, o Brasil desempenha um papel importante no mercado internacional de mel, especialmente no norte-americano. Estados Unidos continuam como principal destino para o mel brasileiro, com **87% do volume exportado**. Em 2021, o país exportou aproximadamente **47 mil toneladas** de mel, representando um aumento de 8,4% em relação ao ano anterior, conforme dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. O faturamento das exportações de mel em 2021 aumentou 76% em relação a 2020.

O Rio Grande do Sul é o maior Estado produtor (9,2 mil toneladas) de mel, seguido pelo Paraná (8,4 mil toneladas) e o Piauí (6,9 mil toneladas). No total, **3.991 municípios registraram alguma produção de mel** em 2021. A liderança é de Arapoti (PR), com 925,6 toneladas.

Embora o consumo de mel no Brasil não seja expressivo, o país se destaca pela **produção de alta qualidade**, o que impulsiona sua presença no mercado internacional. O comércio internacional, resultado direto da globalização, desempenha um papel fundamental na geração de renda para o nosso mercado. Sem as exportações, mais de **80% da produção de mel brasileira** não teria um destino para escoar.

No Brasil, a apicultura enfrenta diversos desafios, mas mesmo com todas essas adversidades, o setor apícola apresenta um **imenso potencial de crescimento**. Nos últimos anos, tem sido observado um aumento na demanda por produtos como mel, própolis e geleia real. Esse crescimento é impulsionado pelo interesse crescente dos consumidores em alimentos saudáveis e naturais, além de contribuir para o desenvolvimento econômico e social, gerando empregos e renda. A apicultura é uma **atividade sustentável e benéfica para o meio ambiente**, destacando-se como uma importante fonte de produtos naturais de alta qualidade.

Figura 13 – Parte 1 da síntese do cenário recente da apicultura no Brasil Fonte: ⁴

Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), 85% das plantas com flores e 70% das culturas agrícolas **dependem diretamente dos polinizadores**, além de possuir uma longa tradição e uma crescente relevância econômica. De acordo com relatório divulgado em 2016 pela Plataforma Intergovernamental de Serviços Ecossistêmicos e Biodiversidade (IPBES), as culturas que dependem da polinização animal, incluindo as abelhas, contribuem com aproximadamente 35% do volume total de produção de alimentos no mundo, representando entre 5% e 8% do valor global dessa produção.

De acordo com os dados do IBGE, o país tem cerca de 350 mil produtores de mel, e em 2021 registrou recorde de produção, com 55,8 mil toneladas, aumento de 6,4% ante a 2020, o que faz do Brasil o décimo maior produtor de mel do mundo. O valor da produção chegou a R\$ 854,4 milhões, um aumento de 34,8% sobre o ano de 2020.

Preço médio do mel.



No Brasil, a apicultura enfrenta diversos desafios, mas mesmo com todas essas adversidades, o setor apícola apresenta um **imenso potencial de crescimento**. Nos últimos anos, tem sido observado um aumento na demanda por produtos como mel, própolis e geleia real. Esse crescimento é impulsionado pelo interesse crescente dos consumidores em alimentos saudáveis e naturais, além de contribuir para o desenvolvimento econômico e social, gerando empregos e renda. A apicultura é uma **atividade sustentável e benéfica para o meio ambiente**, destacando-se como uma importante fonte de produtos naturais de alta qualidade.

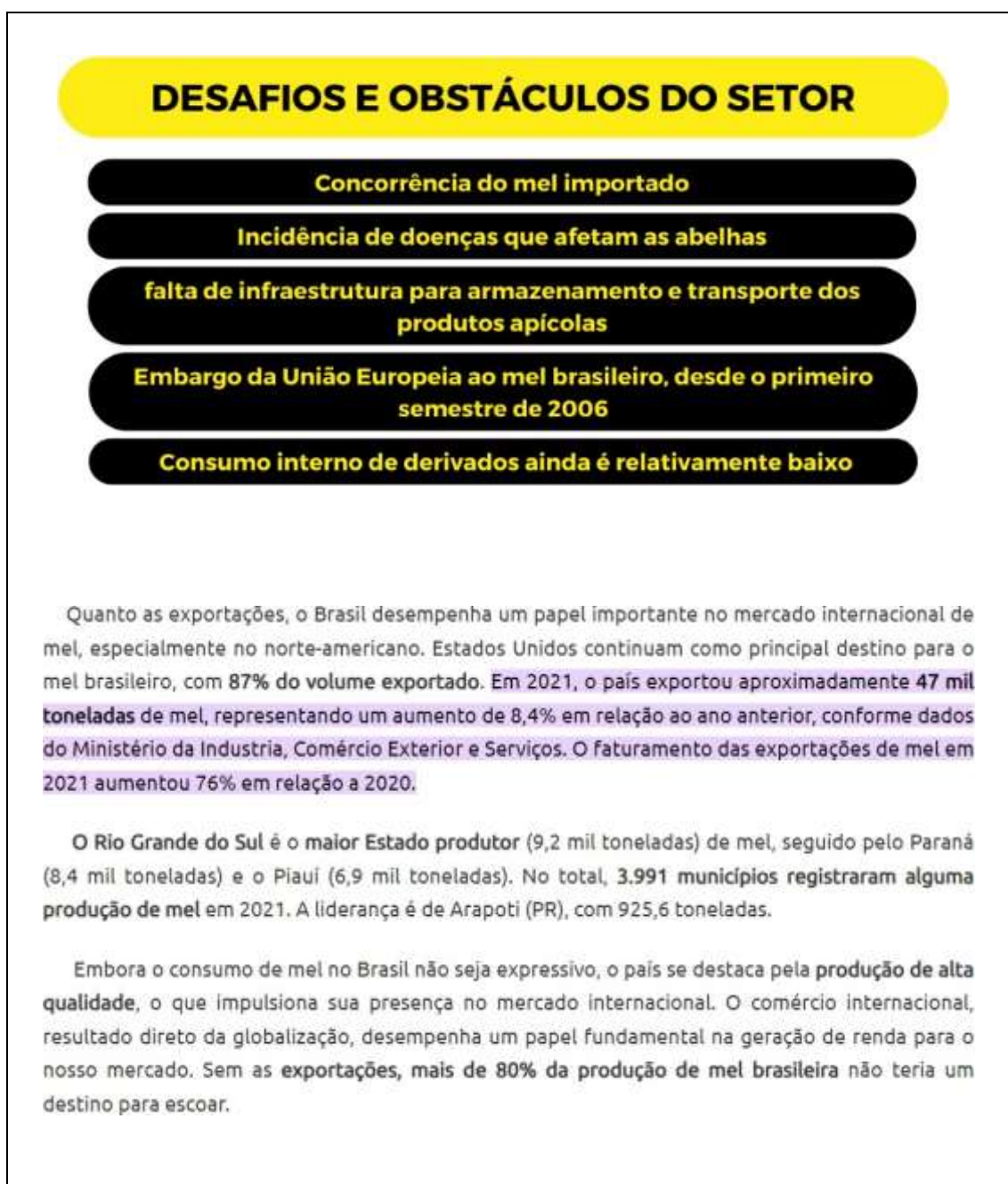


Figura 14 – Parte 2 da síntese do cenário recente da apicultura no Brasil. Fonte: ⁵

No mundo, as abelhas que apresentam o ferrão atrofiado se distribuem entre 32ºS a 38ºS na América do Sul e Austrália, respectivamente, e 28ºS na África, e um pouco além do trópico de Câncer no hemisfério Norte (CURSO CP, 2023).

Esse tipo de abelhas está subdividido em duas tribos (Nogueira-Neto, 1997). As abelhas melíferas sem ferrão desenvolvido pertencem à subfamília Meliponinae que, por sua vez, se dividem em duas tribos (Curso CP, s/d.), a saber:

- (i) Meliponini - formada apenas pelo gênero *Melipona*, encontrado, exclusivamente, na região Neotropical (América do Sul, Central e Ilhas do Caribe).
- (ii) Trigonini - agrupa muitos gêneros e está distribuída em toda a área de distribuição da subfamília.

Meliponini, que reúne cerca de 80 espécies constituída apenas pelo gênero *Melipona* Illiger, 1806 é encontrado exclusivamente na região Neotropical como as espécies:

- mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1936), uruçuverdadeira (*M. scutellaris* Latreille, 1811),
- uruçu-boca-derenda (*M. seminigra* Friese, 1903),
- uruçu-amarela (*M. mondury* Smith, 1863),
- guaraipo (*M. bicolor* Lepeletier, 1836),
- manduri (*M. marginata* Lepeletier, 1836).

As abelhas Meliponini caracterizam-se por não construírem células reais porque todos os indivíduos que nascem na colônia se desenvolvem até chegar o estágio adulto dentro de células de crias de tamanhos iguais que recebem o mesmo tipo de alimento (NOUGUEIRA-NETO, 1997). Assim, é a proporção genética das crias que determina o número de rainhas que devem nascer.

A segunda tribo é chamada de Trigonini reúne o gênero *Trigona* e outros gêneros. O fóssil mais antigo de uma operária da espécie *Cretotrigona prisca* (anteriormente chamada de *Trigona prisca*) que existiu na fase final do período Cretáceo, há mais de 65 milhões de anos (SILVA, 2013).

As abelhas do gênero *Melipona* não constroem células reais, enquanto todos os outros gêneros, grupo denominado Trigoniformes, constroem células reais. Diferença entre Trigoniformes (Trigonas) e *Melipona* é caracterizado, principalmente, pela formação das rainhas. As abelhas nativas sem ferrão do gênero *Melipona* não constroem células reais (VENTURIERI et al., 2007).

Por se tratar de um produto especial e relativamente raro, o mel dos meliponíneos atinge um maior preço no mercado, pois o aroma e o sabor desses méis têm características marcantes e bem diferenciadas dependendo da florada e das espécies de plantas que a abelha visitou (VENTURIERI, 2008).

Essas espécies de abelhas que reúne cerca de 300 tipos têm grande potencial para a meliponicultura e/ou para serem utilizadas na polinização de culturas agrícolas e de áreas naturais. Vale esclarecer que a apicultura envolve somente as abelhas do gênero *Apis*.

Embora a abelha mandaçaia tenha sido criada com mais frequência no passado nesta região da Bahia. Atualmente, há poucos criadores e o conhecimento sobre as técnicas de manejo são, muitas vezes, desconhecidas. Porém, vários documentos vêm sendo produzidos para suprir a necessidade local de conhecimento básico sobre como criar essas abelhas sem ferrão de modo econômico, racional e sustentável, a exemplo das pesquisas e publicações da EMBRABA como a cartilha produzida por PEREIRA et al. (s/d.). Essa cartilha contém informações muito relevantes sobre as espécies supracitadas e sua forma de viver, tais como:

1. Como são os ninhos?
2. Quais são os locais onde constroem esses ninhos?
3. Quem são seus inimigos?
4. Quais são as plantas que lhes fornecem alimento?
5. Qual é a melhor forma de criá-las?
6. Como conseguir enxames?
7. Quais são os materiais necessários?
8. Como fazer o manejo contra pragas e para fortalecer as colônias geneticamente? (BRASIL, 2019).

A **Figura 15** ilustra com desenhos didáticos que mostram as principais características morfológicas de 10 espécies de abelhas mais comuns no Brasil pertencentes a tribo Trigoniformes (SIQUEIRA, 2020; WIKIWAND, s/d.) que facilitam o reconhecimento.

	Canudo <i>Scaptotrigona depilis</i> (Moure, 1942) Tubiba <i>Scaptotrigona tubiba</i> (Smith, 1863)
	Benjoí <i>Scaptotrigona polysticta</i> (Moure, 1950)
	Tubuna <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836)

	Mandaguari Preta <i>Scaptotrigona postica</i> (Latreille, 1807)
	Mandaguari Amarela <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> (Moure, 1950)
	Guaxapé <i>Trigona hyalinata</i> (Silveira et al., 2002)
	Arapuá ou Irapuá <i>Trigona spinipes</i> (Silveira et al., 2002)

	Abelha Cachorro <i>Trigona fulviventris</i> (Guérin-Méneville, 1845)
	Boca de Sapo <i>Partamona helleri</i> Fries, 1900
	Abelha Limão <i>Lestrimelitta limao</i> Smith, 1863 Não possui corbícula

Figura 15 – Exemplos de 10 espécies de abelhas da tribo Trigoniformes mais comuns no Brasil com suas principais características usáveis para identificá-las. Fonte: Siqueira (2020).

Há vários estudos que caracterizam as abelhas sem ferrão que habitam o território Brasil (OLIVEIRA; KERR, 2000; OLIVEIRA et al., 2013; COSTA, 2019). Por exemplo, a **Figura 16** ilustra as características das 14 principais espécies de abelhas que informam: (i) os nomes populares e científicos; (ii) se a espécie pode ferrear; (iii) como a espécie forma colônia; (iv) se ela produz mel; (v) o local de construções dos ninhos; (vi) a distribuição geográfica; (vii) e as informações básicas sobre o manejo.

Nesse grupo, há alguns casos de nome populares iguais para espécies diferentes, como: Abelha de óleo (n= 3); Mamangava (mamangava de chão) (n= 2).

(A)

Apidae: Meliponini





jataí

Tetragonisca angustula

   	Pode ferroar? não Forma colônia? sim Produce mel? sim Local de construção dos ninhos: cavidade preexistente
--	---


Como manejá-la próxima aos cultivos:
 introdução de colmeias. As colônias podem ser obtidas por meio de ninhos armadilhas, transferidas para colmeias e transportadas para os cultivos, ou podem ser alugadas de meliponicultores

Distribuição Geográfica



(B)

Apidae: Exomalopsini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-vibradora

Exomalopsis auropilosa



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
solo

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo e a manutenção de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

Coleção Entomológica "Prof. J. M. F. Camargo" da FFCLRP/USP. Foto: Eduardo Almeida

(C)

Apidae: Meliponini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



**abelha-cachorro,
arapuá, irapuá**
Trigona spinipes



Pode ferroar? não

Forma colônia? sim

Produce mel? sim

Local de construção dos ninhos:

ambiente externo, geralmente em forquilhas de galhos de árvores



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. A melhor prática é a manutenção de vegetação nativa no entorno dos cultivos

Distribuição Geográfica



Coleção de Abelhas do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Foto: Kelvin Hohl

(D)

Apidae: Meliponini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



mandaçaia

Melipona quadrifasciata



Pode ferroar? não

Forma colônia? sim

Produce mel? sim

Local de construção dos ninhos:
cavidade preexistente

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

introdução de colmeias. As colônias podem ser obtidas por meio de ninhos armadilhas, transferidas para colmeias e transportadas para os cultivos, ou podem ser alugadas de meliponicultores

(E)

Apidae: Apini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



**abelha de mel,
abelha melífera, africanizada**
Apis mellifera



Pode ferroar? sim

Forma colônia? sim

Produz mel? sim

Local de construção dos ninhos:
ambiente externo, geralmente em galhos de árvores



Como manejá-la próxima aos cultivos:
introdução de colmeias, que podem ser alugadas
de apicultores

Distribuição
Geográfica



(F)

Apidae: Centridini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-de-óleo

Centris tarsata



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
cavidade preexistente

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

instalação de ninhos armadilhas para a atração de fêmeas.

Podem ser produzidos com gomos de bambu, fechados em uma das extremidades pelo próprio nó, com no mínimo 0,8 cm de diâmetro.

Os gomos devem ser inseridos em tubos de PVC para proteção. Depois que as fêmeas se estabelecem nos ninhos armadilhas, eles podem ser transportados para os cultivos

(G)

Apidae: Centridini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-de-óleo

Centris similis



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
solo

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo e de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

Coleção Entomológica "Prof. J. M. F. Camargo" da FFCLRP/USP. Foto: Eduardo Almeida

(H)

Andrenidae: Oxaeinae

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



Oxaea flavescens



Pode ferroar? não

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
solo

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo e a manutenção de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

(I)

Apidae: Euglossini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-das-orquídeas

Eulaema nigrita



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
cavidade preexistente

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

instalação de blocos de cimento usados em construções para a atração de fêmeas. Podem ser colocados diretamente no solo ou sobre uma prateleira, ter sua parte superior fechada com uma placa de madeira e ter um orifício em uma de suas paredes frontais para que a fêmea possa entrar na cavidade e estabelecer o ninho. Depois que as fêmeas se estabelecem nos blocos, eles podem ser transportados para os cultivos

(J)

Apidae: Centridini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-de-óleo

Centris aenea



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
solo

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo, mantendo áreas com solo principalmente argiloso, e a manutenção de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

(L)

Apidae: Bombini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



**mamangava,
mamangava-de-chão**
Bombus morio



Pode ferroar? sim

Forma colônia? sim

Produce mel? não

Local de construção dos ninhos:

superfície do solo, geralmente em touceiras, ou em cavidades habitadas anteriormente por pequenos mamíferos



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo e de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

Distribuição
Geográfica



(M)

Apidae: Bombini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



**mamangava,
mamangava-de-chão**
Bombus pauloensis



Pode ferroar? sim

Forma colônia? sim

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:

superfície do solo, geralmente em touceiras, ou em cavidades habitadas anteriormente por pequenos mamíferos



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo e de vegetação nativa no entorno dos cultivos. É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

Distribuição Geográfica



(N)

Apidae: Centridini

A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



abelha-de-óleo

Epicharis flava



Pode ferroar? sim

Forma colônia? não

Produz mel? não

Local de construção dos ninhos:
solo

Distribuição
Geográfica



Como manejá-la próxima aos cultivos:

é difícil manejá-la. As melhores práticas são a conservação do solo, mantendo áreas com solo arenoso exposto sob luz solar, e a manutenção de vegetação nativa no entorno dos cultivos.

É recomendável proteger o local dos ninhos de aração, gradeamento e pisoteio

(0)

Apidae: Xylocopini



A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas



**carpinteira, mamangava,
mamangava-de-toco, mangangá**
Xylocopa frontalis



Pode ferroar? **sim**



Forma colônia? **não**



Produz mel? **não**

Local de construção dos ninhos:
madeira morta, ramo seco de árvore, mourão de cerca ou bambu

Como manejá-la próxima aos cultivos:
instalação de troncos de madeira apodrecidos e ninhos armadilhas de gomos de bambu, fechados em uma das extremidades pelo próprio nó, para a atração de fêmeas. O comprimento dos bambus pode variar de 16,1 cm a 30,6 cm, com diâmetros entre 1,3 cm a 2,3 cm e espessura de 2 cm a 3 cm. Depois que as fêmeas se estabelecem nos ninhos armadilhas, eles podem ser levados para os cultivos

Distribuição Geográfica



Figura 16 – Informações de 14 espécies de abelhas que habitam o Brasil que são relevantes na polinização das plantas. Fonte: A.B.E.L.H.A.S. (2022).

8. PRA QUE SERVE A MATEMÁTICA, A BOTÂNICA E...

Quem nunca se deparou com a pergunta: “Pra que serve a Matemática?” Essa é uma pergunta que também se aplica às outras disciplinas escolares e universitárias, a exemplo do artigo: “Mas de que te serve saber botânica?” dos autores Antonio Salatino e Marcos Buckeridge (2016) que abordam a importância que se tem dado aos conhecimentos sobre as plantas ao longo do tempo, comparando a atenção que os imperadores do Brasil (D. Pedro I e D. Pedro II) davam à botânica, o status de ser uma pessoa culta.

Esses autores iniciam o artigo com a seguinte frase: “A frase no título do presente texto é extraída de Uma lição de botânica, a última peça teatral de Machado de Assis, publicada em 1906”. Na sociedade da época, mostrar conhecimentos sobre botânica era elegante e demonstração de bom gosto.” (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 177).

Continuando adiante, os autores reportam que:

“*De Scientia amabilis*, a botânica lamentavelmente passou à condição de ciência descartável. A carga de preconceito é tão grande em relação à botânica que alguns autores de textos didáticos escolhem o título “Biologia Vegetal” (RAVEN et al., 2014), em vez de “Botânica.” (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 177).

Isso porque “na atualidade, grande parte das pessoas que passam pelos ensinos fundamental e médio vê a botânica de modo diferente. Ela é encarada como matéria escolar árida, entediante e fora do contexto moderno” (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 177).

Esses dois autores reforçam que

“parece ser uma característica da espécie humana perceber e reconhecer animais na natureza, mas ignorar a presença de plantas. Não só nas escolas, como também nos meios de comunicação e no nosso dia a dia, pouca atenção damos às plantas. Tal comportamento tem-se denominado negligência botânica.” (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 178).

Nesse sentido, podemos exemplificar a palestra online proferida pela Professora Ana Joffily (“Mas de que te serve saber anatomia vegetal?”) aborda com exemplos claros as questões colocadas anteriormente. Essa palestra encontra-se disponibilizada no site do Departamento de Biologia Geral (GBG)⁶ do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF)⁷, abordando a relevância da anatomia vegetal, sendo uma das *lives* que compuseram o projeto de extensão universitária que recebeu o codinome “Quintas de Ciência” (CARVALHO, 2020; LIMA; GOMES, 2020).

A “negligência ou cegueira botânica” (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2002; KOEHLER, s/d.; NEVES et al. 2019) pode acometer a maioria das pessoas (FERAH et al. 2019; LIMA et al., 2019b; 2023). Recentemente, esse fenômeno vem sendo denominado como “invisibilidade botânica” (MONTEIRO, 2019), pois a condição de cegueira não é algo passivo de combate e sim prevenção.

Entretanto, tal invisibilidade vegetal pode ser desmistificada com atividades lúdicas e práticas de plantio e acompanhamento do desenvolvimento de plantas, envolvendo grupos de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade (CARRAHE, 1982). Nas diferentes atividades demonstramos o quanto a botânica é importante no nosso dia a dia (LIMA, 2019a, b; LIMA et al., 2023).

Assim, em diferentes momentos das práticas de ensino formal e não formal foram estimulados os questionamentos por parte dos alunos, orientados, monitores, tutores sobre as plantas e sua importância na natureza e na economia mundial (D’AMBROSIO, 1989). Geralmente, as perguntas elaboradas pelo público-alvo traçaram dúvidas sobre a importância dos conteúdos programáticos de disciplinas (LIMA, 2019).

De modo mais amplo, todo esse cenário educacional reduz ou bloqueia a habilidade das pessoas perceberem a importância do conhecimento para entender conservar ou preservar os recursos naturais e/ou visualizar como a bagagem cultural pela via educacional é relevante para o próprio sucesso profissional (LIBÂNEO, 2008; MARTINS; PIOVEZANA, 2011).

Martins e Piovezana (2011, p. 13), afirmam que na

“perspectiva que a Didática caminha nos dias atuais, não é possível pensá-la sem os seus componentes técnicos. Entretanto, sabemos hoje que os métodos e técnicas não são neutros, mas servem a determinados propósitos. Por isso o ‘como ensinar’ é tão importante quanto o ‘para que ensinar’.”

Tais questões vêm sendo debatida, estudadas e reorientadas quanto às diretrizes de abordagem e avaliações na (re)construção dos conhecimentos em Matemática e áreas afins (D'AMBRÓSIO, 1986; 1989; DALCIN, 2007) através de demonstrações e desafios lúdicos como jogos.

Assim, conforme propõe D'Ambrosio (1989, p. 5):

Muitos grupos de trabalho e pesquisa em Educação Matemática propõem-se uso de jogos no ensino da matemática. Um grupo em particular, o Pentathlon Institute, vê os jogos como uma forma de se abordar, de forma a resgatar o lúdico, aspectos do pensamento matemático que vêm sendo ignorados no ensino. Com uma tendência no nosso ensino à supervalorização do pensamento algorítmico tem-se deixado de lado o pensamento lógico-matemático além do pensamento espacial.

Adicionalmente, esse autor propõe que:

Através de jogos de desenvolvimento de estratégias esses dois tipos de raciocínio na criança, além de trabalhar, também, a estimativa e o cálculo mental. Acredita-se que no processo de desenvolvimento de estratégias de jogo o aluno envolve-se com o levantamento de hipóteses e conjeturas, aspecto fundamental no desenvolvimento do pensamento científico, inclusive matemático. Claramente esta é mais uma abordagem metodológica baseada no processo de construção do conhecimento matemático do aluno através de suas experiências com diferentes situações problemas, colocadas aqui em forma de jogo.” (D'AMBRÓSIO, 1989, p. 5).

Trilhando tais concepções, nos deparamos Charlot (1996; 2001) que afirma que o saber escolar não substitui o saber criado em outras práticas; ele apenas permite que o sujeito dê outro sentido ao que vê, à vida, conforme exemplificado nos trechos informados no **Quadro 4**.

Quadro 4 – Trechos de dois artigos sobre a importância da sala de aula como palco de (co)criação e (re)construção dos saberes.

... sua relação com o saber que eles encontraram na escola, e sua relação com a própria escola não se constroem a partir do nada, mas a partir de relações como aprender que eles já construíram. Não se vai à escola para aprender, mas para continuar a aprender. [...] os ... que se aprende na escola permite dar sentido à vida, mas de outra maneira. (CHARLOT, 2001, p. 150)

A sala de aula pode ser um espaço privilegiado de cocriação, maker, de busca de soluções empreendedoras, em todos os níveis, onde estudantes e professores aprendam a partir de situações concretas, desafios, jogos, experiências, vivências, problemas, projetos, com os recursos que têm em mãos: materiais simples ou sofisticados, tecnologias básicas ou avançadas. O importante é estimular a criatividade de cada um, a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores, realizadores; que conseguem assumir riscos, aprender com os colegas, descobrir seus potenciais. (Bacich e Moran (2018, p. 5).

Assim, o aprender se torna uma aventura permanente, uma atitude constante, um progresso crescente. Para que tudo isso aconteça, todo o ambiente escolar – gestão, docência, espaços físicos e digitais – precisa ser acolhedor, aberto, criativo e empreendedor. Comparando o que acontece em muitas escolas (memorização, repetição, controle) com essa visão criativa e empreendedora da aprendizagem, constatamos o quanto ainda precisamos evoluir para que todos tenham oportunidades interessantes de aprender e de empreender. O professor como orientador ou mentor ganha relevância. O seu papel é ajudar os alunos a irem além de onde conseguiriam ir sozinhos, motivando, questionando, orientando. Até alguns anos atrás, ainda fazia sentido que o professor explicasse tudo e o aluno anotasse, pesquisasse e mostrasse o quanto aprendeu. Bacich e Moran (2018, p. 5-6).

Estudos revelam que quando o professor fala menos, orienta mais e o aluno participa de forma ativa, a aprendizagem é mais significativa. (DOLAN; COLLINS, 2015, p. 2154).

Fontes: Charlot (2001); Dolan; Collins (2015); Bacich; Moran (2018).

Isso porque se o “aprendizado” fica só no modo “decoreba”, tudo que se consegue “despejar” numa prova com o tempo torna-se sem sentido na vida prática e fatalmente será desqualificado e esquecido com o passar do tempo sem ter estabelecido qualquer conexão com tais questões não são novidades, pois vem sendo abordado de modo direto ou indireto por diversos autores ao longo do tempo (CHARLOT, 2001; BUNGENSTAB, 2014; MARTINEZ; SALVA, 2016), conforme sintetizou o site Ensina Mais. Programas Educacionais (ANTONIOLI, 2022). Segundo essa autora,

A Matemática é, sem dúvida uma das mais odiadas entre as crianças e adolescentes. Considerada difícil, abstratas e até desnecessária por muitos estudantes. A Matemática é responsável por muitas notas baixas nos boletins e também por grande resistência por parte dos alunos na hora das tarefas escolares. (ANTONIOLI, 2022, p.).

Assim, nosso propósito foi adequar os conhecimentos envolvendo questões numéricas sobre abelhas para estimular os alunos do 7º. ano do Ensino Fundamental do Colégio Universitário Geraldo de Achilles Reis (Coluni-UFF) a refletir sobre a importância desses insetos através dois Jogos de Advinha

onde procurou-se orientar os participantes a deduzirem as respostas a partir de determinadas pistas contidas nas próprias perguntas e/ou também nas perguntas e respectivas respostas anteriores (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

Assim, as atividades lúdicas desenvolvidas com essa turma visaram: (a) estimular descobertas; (b) favorecer a autonomia; (c) facilitar a vida cotidiana; (d) desenvolver o raciocínio.⁸

9. O COLUNI, A MATEMÁTICA E AS ABELHAS

Em fevereiro de 2022, a Universidade Federal Fluminense comemorou os 15 anos Colégio Universitário Geraldo de Achilles Reis (Coluni-UFF), uma unidade acadêmica de Educação Básica que é responsável pelo ensino público, gratuito, laico e inclusivo para alunos que ingressam por sorteio para usufruir de Educação Infantil, Ensino Fundamental ou Ensino Médio no formato integral (LEMAT, 2022; PEREIRA, 2022) (**Figura 17**).



Figura 17 – Colégio Universitário Geraldo de Achilles Reis (Coluni-UFF), São Domingos, Niterói, RJ.

Fonte: ⁹

No Coluni-UFF são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão universitária, propiciando também a formação de graduandos e licenciandos de inúmeros cursos da UFF. Essa unidade de educação básica funciona nas dependências do CIEP 060 – Centro Integrado de Educação Pública Geraldo Achilles Reis.

Esse colégio foi inaugurado em novembro de 1985 pelo então Governador do estado do Rio de Janeiro, o engenheiro e político Leonel de Moura Brizola (LEMAT, 2022; PEREIRA, 2022). Atualmente, o cenário educacional no COLUNI-UFF favorece o desenvolvimento e testagem de procedimentos didáticos alternativos no âmbito de atividades experimentais-construtivas. Por exemplo, o Laboratório de Matemática (LeMat) desse colégio que funciona desde 2012, representa

um espaço direcionado a ações que implementem ensino, pesquisa e extensão, pressupondo o processo de ensino-aprendizagem da matemática favorecido por procedimentos didáticos alternativos. Assim, cumpre um programa anual fixo de ações pautadas pelo tema metodologia de ensino de matemática na escola básica em seu âmbito prático e teórico, atendendo, em geral, um público de alunos e professores. (LEMAT, 2022).

O LEMAT conta com um espaço e acervo próprio reunindo jogos matemáticos, materiais que propiciam desafios matemáticos, atividades (MILANES; ZUNIGA, 2017; MILANES et al., 2020), utilizando o tangran, o origami e outros materiais para abordar, de modo prático e lúdico (GERDES, 1988), conteúdos diversos que constam nos conteúdos programáticos de cada ano da educação básica (ex. números e operações, frações, proporcionalidade, geometria plana e espacial, resolução de problemas (LÜCK, 2009.), além de questões específicas que são propostas pela Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) (LEMAT, 2022).

Foi nesse contexto escolar que foi aplicado o projeto de extensão universitária “Desenho Animado em Aulas de Ciências no Ensino

Fundamental II sobre as Abelhas”.¹⁰ Tal projeto foi elaborado com o propósito desenvolver estratégias para o ensino de geometria, especialmente o hexágono e o prisma hexagonal, e outros conteúdos de operações matemáticas através de conhecimentos sobre a biologia de abelhas, considerando a literatura vigente (NCTM, 1988).

Como ponto de partida foi considerado o filme Bee Movie (História de uma Abelha) que foi lançado nos Estados Unidos, no Brasil e outros países no final de 2007. As atividades desenvolvidas no Coluni se basearam no trabalho monográfico da primeira autora do presente artigo que avaliou a qualidade e veracidade das informações biológicas veiculadas no filme estabelecendo 10 perguntas básicas (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023) e análises fílmicas características da obra cinematográfica, com base em Gomes (2008), Marques (2021) e Marques et al. (2021).

O presente estudo encontra-se no âmbito de aplicação de atividades lúdicas (Jogos de Adivinha) com base nos resultados obtidos por Mello (2022) e Mello et al. (2023), visando propiciar a reflexão do alunado onde se buscou o diálogo e o estabelecimento de relações interdisciplinares entre a Matemática (Geometria e Cálculos Básicos) e a Biologia (Zoologia das Abelhas) através do modelo construtivista de aprendizagem com base em experimentação didática e avaliação de concepções, estratégias esta que possibilitam estimular o aprendizado de modo crítico e auto avaliativo e dinâmico (LOPES, 1993; ANTUNES et al. 2019; GUIMARÃES; MARTINS, 2021).

Assim, para abordar a importância do hexágono para as abelhas sociais do gênero *Apis* (abelhas europeias, africanas e asiáticas) e as suas representatividades na natureza e importância econômica, especialmente na agricultura (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023). Para tanto, foi considerado a Biologia das sete espécies divididas em 27 subespécies de abelhas do gênero *Apis* que, tipicamente, constroem colmeias com favos no formato de hexágono, produzem mel, geleia real, cera, própolis e reúnem pólen), além um veneno (apitoxina) que é injetado por um ferrão com toxicidade pode levar mamíferos a óbito (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

Diferente do imaginário popular que considera que todas as abelhas são melíferas (produzem mel) e peçonhentas, na realidade essas sete espécies de abelhas de *Apis* representam 0,028% dentre as

25 mil espécies de abelhas que foram descritas até o presente momento, sendo que se espera haver até 40 mil espécies em todo mundo (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023). Isso porque a grande maioria das abelhas são solitárias e nem produzem mel ou venenos (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

Como relatado anteriormente, espécies de abelhas que pertencem à tribo Meliponini dos gêneros *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Melipona*, além de outros gêneros que têm alguns representantes que também produzem méis comestíveis. Por sua vez, as espécies de abelha melíferas do gênero *Melipona* e *Apis* precisam de célula que são denominados de favos e que são específicas para: (i) criar a rainha (célula real), (ii) criar as larvas que serão operárias ou zangões, (iii) estocar a geleia real ou o mel que foram produzidos e (iv) guardar o pólen coletado (OLIVEIRA; MIRANDA, 2009; RECH et al., 2013).

Inicialmente, os favos destas abelhas são arredondados, porém no caso das espécies de *Apis* os favos assumem o formato de um hexágono regular devido a deposição de cera que também é produzido pelas abelhas em glândulas específicas (cerígenas) que quando aquecida, isto é, a transformação do favo circular para o hexagonal depende da temperatura da cera depositada (NUNES et al., 2012).

Quando a cera atinge aproximadamente 45°C ela se apresenta como um líquido elástico e viscoso e forma e transforma as paredes do favo em um hexágono regular. Pesquisas revelaram que esse calor é fornecido pelas abelhas operárias durante a construção das fileiras dos favos, numa combinação harmoniosa entre a física (temperatura), a bioquímica (produção de cera) e comportamental (deposição precisa da cera durante o “frenesi coletivo” para a construção orquestrada da colmeia) que desencadeia num conjunto de favos hexagonais cujos lados são unidos pela cera viscosa, formando com precisão matemática unidades (favos) que tem como principal vantagem estocar substâncias num menor espaço físico possível (GALL, 2013).

É ainda mais interessante que favos são geralmente construídos sempre de cima para baixo, em um plano vertical e com uma inclinação para cima sobre a horizontal com ângulos que variam entre 9 e 14 graus. Essa inclinação dos favos evita que a larva das abelhas em deslizem e saia da entrada da célula antes que ela seja fechada com cera. Tal inclinação também diminui o vazamento do mel (GALL, 2013; GZH, 2013) (Figura 18). Subespécies de abelhas do gênero *Apis* que, tipicamente, constroem colmeias com favos no formato de hexágono, produzem mel, geleia real, cera, própolis e reúnem pólen), além um veneno (apitoxina) que é injetado por um ferrão com toxicidade pode levar mamíferos a óbito (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

Diferente do imaginário popular que considera que todas as abelhas são melíferas (produzem mel) e peçonhentas, na realidade essas sete espécies de abelhas de *Apis* representam 0,028% dentre as 25 mil espécies de abelhas que foram descritas até o presente momento, sendo que se espera haver até 40 mil espécies em todo mundo (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023). Isso porque a grande maioria das abelhas são solitárias e nem produzem mel ou venenos (MELLO, 2022; MELLO et al., 2023).

Como relatado anteriormente, espécies de abelhas que pertencem à tribo Meliponini dos gêneros *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Melipona*, além de outros gêneros que têm alguns representantes que também produzem méis comestíveis. Por sua vez, as espécies de abelha melíferas do gênero *Melipona* e *Apis* precisam de célula que são denominados de favos e que são específicas para: (i) criar a rainha (célula real), (ii) criar as larvas que serão operárias ou zangões, (iii) estocar a geleia real ou o mel que foram produzidos e (iv) guardar o pólen coletado (OLIVEIRA; MIRANDA, 2009; RECH et al., 2013).

Inicialmente, os favos destas abelhas são arredondados, porém no caso das espécies de *Apis* os favos assumem o formato de um hexágono regular devido a deposição de cera que também é produzido

pelas abelhas em glândulas específicas (cerígenas) que quando aquecida, isto é, a transformação do favo circular para o hexagonal depende da temperatura da cera depositada (NUNES et al., 2012).

Quando a cera atinge aproximadamente 45°C ela se apresenta como um líquido elástico e viscoso e forma e transforma as paredes do favo em um hexágono regular. Pesquisas revelaram que esse calor é fornecido pelas abelhas operárias durante a construção das fileiras dos favos, numa combinação harmoniosa entre a física (temperatura), a bioquímica (produção de cera) e comportamental (deposição precisa da cera durante o “frenesi coletivo” para a construção orquestrada da colmeia) que desencadeia num conjunto de favos hexagonais cujos lados são unidos pela cera viscosa, formando com precisão matemática unidades (favos) que tem como principal vantagem estocar substâncias num menor espaço físico possível (GALL, 2013).

É ainda mais interessante que favos são geralmente construídos sempre de cima para baixo, em um plano vertical e com uma inclinação para cima sobre a horizontal com ângulos que variam entre 9 e 14 graus. Essa inclinação dos favos evita que a larva das abelhas em deslizem e saia da entrada da célula antes que ela seja fechada com cera. Tal inclinação também diminui o vazamento do mel (GALL, 2013; GZH, 2013) (**Figura 18**).

(A)



(B)



(C)



Figura 18 – Foto de favos hexagonais de abelhas do gênero *Apis*. Fonte: Martinho et al. (2022), Mundo (2022).

Segundo Fernandes, s/d. e como está exemplificado na **Figura 19**:

Quando analisamos os favos apenas em duas dimensões, vimos que as abelhas conseguem minimizar a quantidade de cera nos perímetros entre as estruturas. Mas, esses alvéolos devem ser tridimensionais para que ocorra o armazenamento de mel. Assim, as abelhas poderiam criar os alvéolos como prismas hexagonais, entretanto isso não permitiria um maior encaixe entre esses conjuntos de alvéolos denominados células.

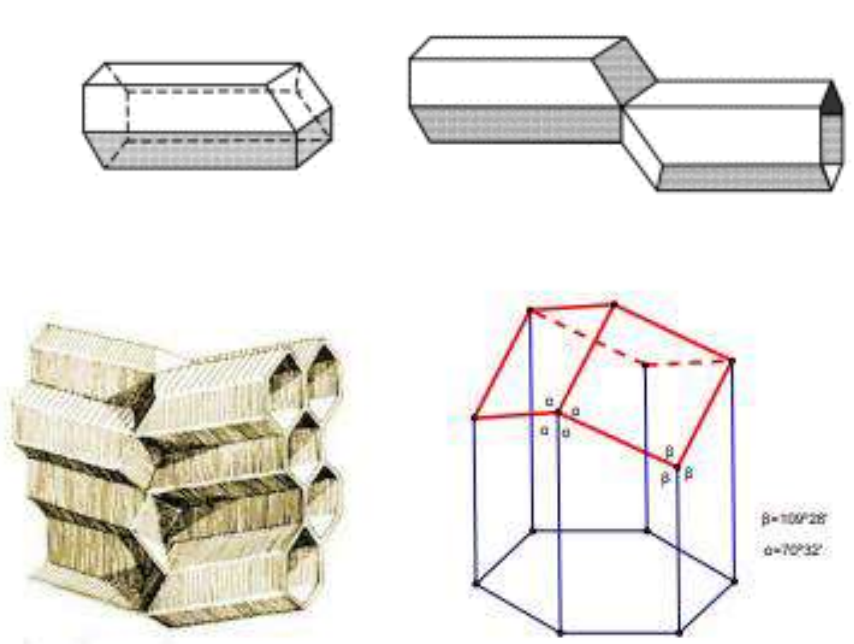


Figura 19 – Vista tridimensional do encaixe dos favos construídos por abelhas do gênero *Apis*. Fonte: Fernandes, s/d.; Mrtins; Sallun (s/d.).

Além das colmeias de abelhas *Apis*, observa-se que olhos de insetos, as estruturas químicas da grafita (grafite que compõem os lápis), moléculas de furano; os cristais de gelo e as nuvens do planeta Saturno, a estrutura do tegumento de cobertura de certos polens são hexágonos regulares (**Figura 20**) (GZH, 2013; LORENZ et al., 2017; 2018; RAMOS; 2018; SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ, 2019; SOARES, 2022; SHUTTERSTOCK, s/d.; PETERSEN et al., s/d; RAMALHO, s/d.; URBINATTI, et al., s/d.).

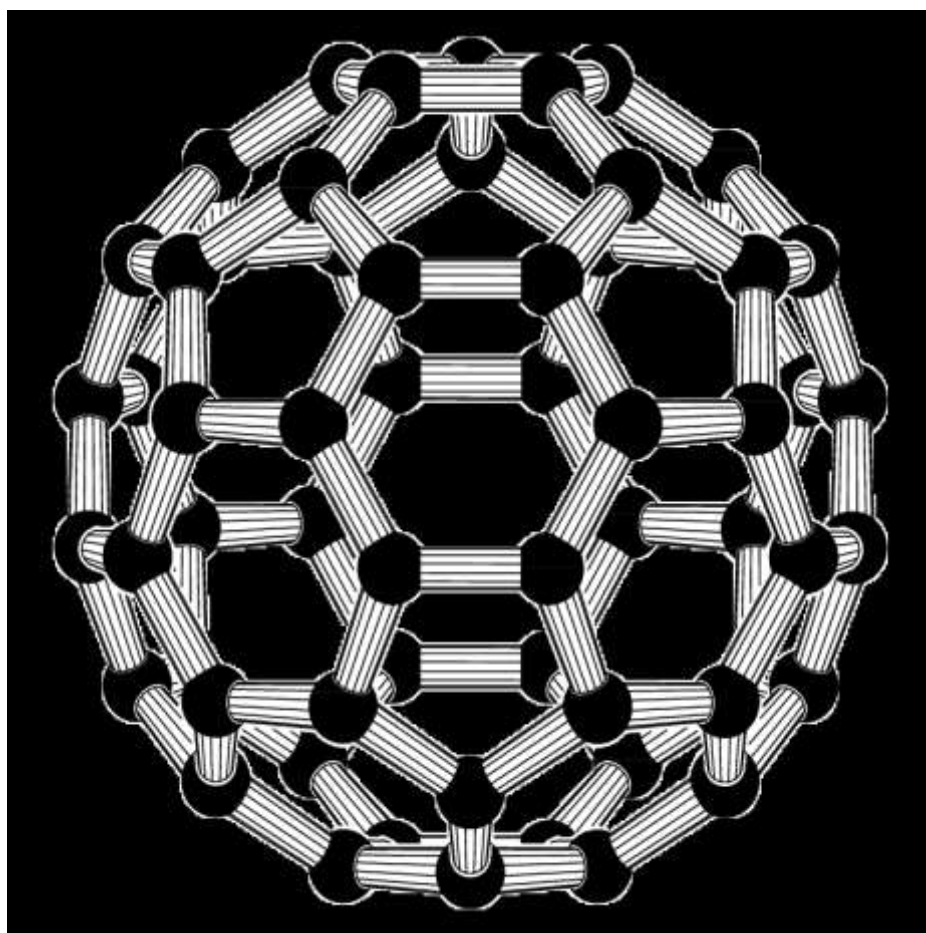
(A)



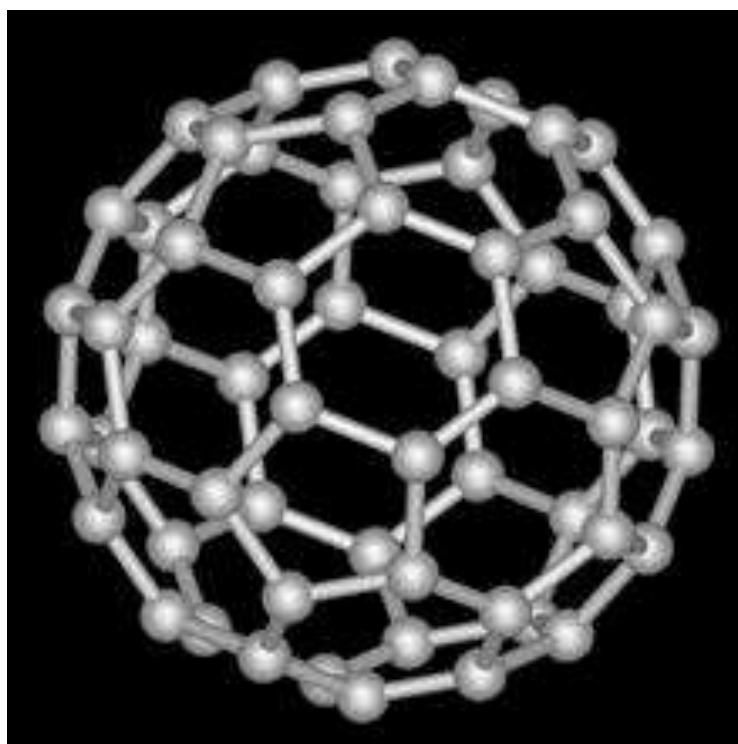
(B)



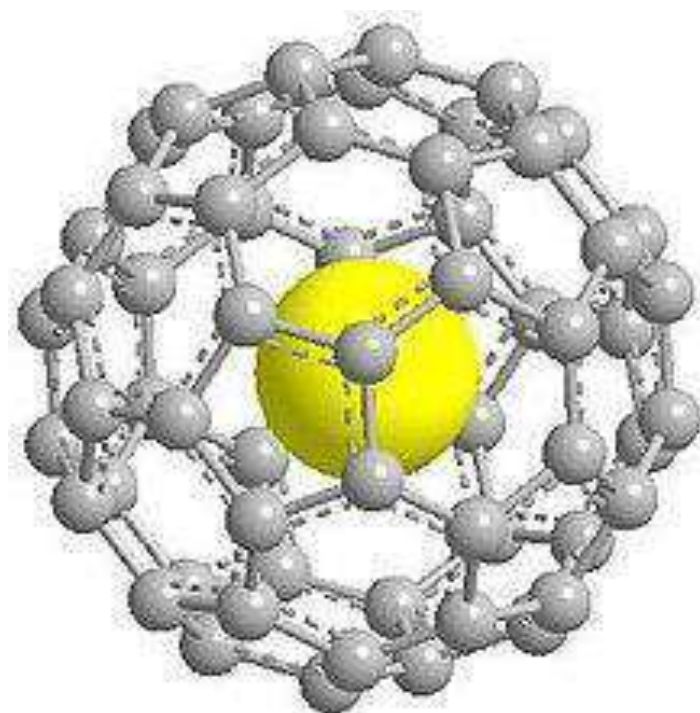
(C)



(D)



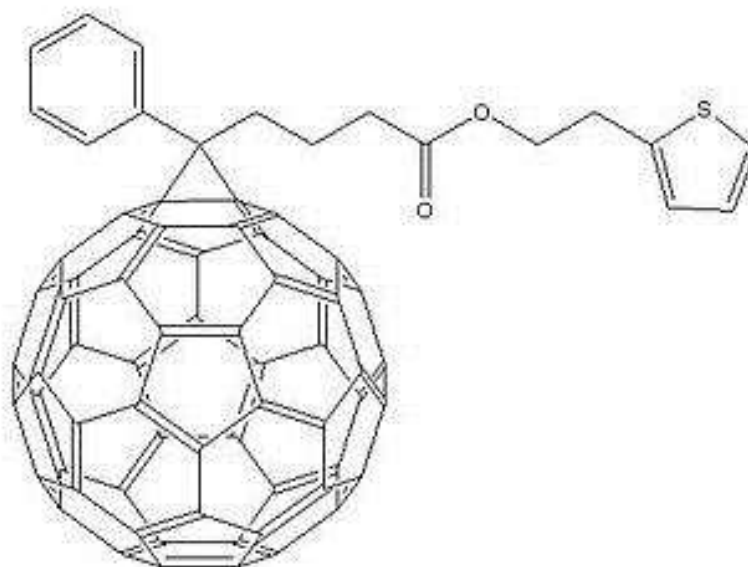
(E)



(F)



(G)



[6,6] - fenil C61 - ácido butírico 3 - etiltiofeno éster

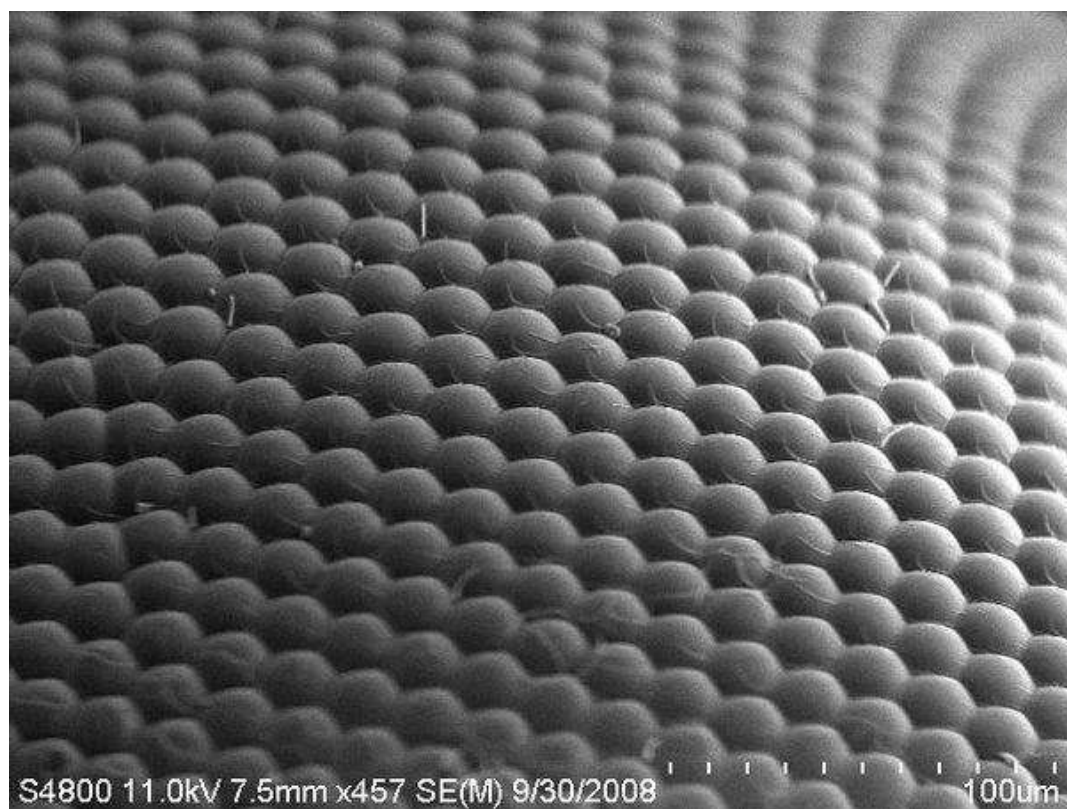
(H)



(I)



(J)



(L)



(M)



(N)



Figura 21 – Exemplos de hexágonos na natureza: (A - B) Cristais de gelo; (C - G) Moléculas de Furano; (H - J) Olhos compostos de insetos; (L) Pele de peixe porco; (M) Casco de tartaruga; (N) Nuvem de satélites naturais (luas) de Saturno visto do polo norte. Fontes: (A) Soares (2022); (B) Shutterstock (s/d.); (C - G) GZH (2013); (H - J) Lorenz et al. (2017); Petersen et al. (s/d); Ramalho (2003); Urbinatti, et al., (s/d); (L - M) Secretaria da Educação do Paraná (2019); (N) Ramos (2018).

Olhos compostos são encontrados entre os artrópodes e são compostos de muitas facetas simples que, dependendo dos detalhes da anatomia, podem fornecer uma única imagem paxalizada ou várias imagens, por olho. Cada sensor tem sua própria lente e célula(s) fotossensível(s). Sabe-se que a quantidade de omatídeos em cada par de olhos compostos de insetos varia de acordo com o grupo taxonômico.

Por exemplo, as formigas possuem nove omatídeos em cada olho composto, as moscas têm 400 omatídeos e as libélulas 28 mil. Em mosquitos de três gêneros como o *Anopheles stephensi* Liston, 1901, *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 e *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), a quantidade de omatídeos

varia de 610 a 900. Alguns olhos têm até 28.000 desses sensores, dispostos hexagonalmente, e que podem fornecer um campo de visão completo de 360° (BRUSCA; BRUSCA, 2007; PECHENIK, 2016).

10. COMO ABORDAMOS A MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA BIOLOGIA DAS ABELHAS?

As atividades “Abelhas em Número” (**Quadro 3**) e “Como Funciona uma Colmeia em Números?” (**Quadro 4**) foram realizadas pela Professora de Biologia da UFF, a partir das pesquisas e sugestões da autora desta monografia. A Professora de Matemática do COLUNI atuou na seleção das questões, considerando os conteúdos que seriam ou foram previamente no ano letivo de 2022. As respostas desses jogos constam nos **Quadros 5 e 6**.

Quadro 3 – Lista com as 20 perguntas e todas as respostas ofertadas do jogo 1 “Abelhas em Números”.

1. Quantas espécies de abelha existe no mundo? a. 25 mil. b. 25 mil podendo chegar a 40 mil. c. 5 mil.
2. Quantas espécies de abelha que têm ferrão e produzem veneno? a. Todas. b. A metade delas. c. Somente 7 espécies que reúnem 27 tipos (subespécies)
3. As abelhas surgiram a partir de uma espécie de vespa. Quando isso aconteceu? a. Há 10 mil anos depois da Era do Gelo. b. Há 135 milhões de anos, muito antes dos Dinossauros desaparecerem. c. Entre 100 mil e 200 mil quando a espécie humana apareceu.

4. Quantas pessoas em todo mundo são picadas pelas abelhas com ferrão a cada ano?

- a. Aproximadamente 15 mil pessoas
- b. Aproximadamente 5 mil pessoas
- c. Aproximadamente 100 pessoas

5. Todo o mundo todo, morrem 140 pessoas por ano devido às picadas de abelha. Só no Brasil, quantas pessoas morrem por ano por causa de picadas de abelhas?

- a. Cerca de 1.000 pessoas.
- b. Cerca de 200 pessoas.
- c. Cerca de 40 pessoas.

6. Durante um único dia, quantas flores uma abelha pode visitar?

- a. 50 mil flores.
- b. 10 mil flores.
- c. 5 mil flores.

7. Quantas flores as abelhas visitam para coletar o néctar para produzir 1 quilo de mel?

- a. Cerca de 10 mil flores.
- b. Cerca de 4 milhões flores.
- c. Cerca de 50 flores.

8. Qual é a quantidade de mel que uma única abelha produz em toda sua vida de adulta (45 dias)?

- a. 10 grama
- b. 100 grama
- c. 5 grama

9. Quantos olhos possui uma abelha?

- a. 2 olhos
- b. 5 olhos
- c. 10 olhos

10. Quanto tempo vive a rainha das abelhas?

- a. Até 1 ano
- b. Até 5 ano
- c. Até 2 ano

11. Quantas espécies de abelha podem viver dentro de uma colmeia?

- a. entre 100 e 200 abelhas
- b. entre 1 mil e 3 mil abelhas
- c. entre 50 mil e 80 mil abelhas

12. Quantas espécies de abelha existe no Brasil?

- a. 1 mil espécies
- b. 2 mil espécies
- c. 300 espécies

13. Quantas por cento (%) de abelha do Brasil existe na floresta Amazônica?

- a. 50% do total
- b. 80% do total
- c. 100% do total

14. Quantas vezes uma abelha bate as asas em 1 segundo?

- a. 40 vezes
- b. 100 vezes

c. 180 vezes
15. Numa viagem para coleta de néctar, a abelha chega a percorrer quantos quilómetros? a. 4 km b. 5 km c. 6 km
16. Quantos por centos das espécies de abelha tem ferrão e injetam o veneno? a. Todas (100%) b. Metade (50%) c. Entorno de 0,3% do total
17. Quantos ovos a abelha rainha põe por dia? a. Até 10 ovos b. Até 20 ovos c. Até 2.000 ovos
18. Quantos litros de mel uma colmeia produz por ano? a. Até 250 quilos. b. Até 50 quilos. c. Até 5 quilos
19. Quantos dias vivem uma abelha operaria? a. Até 5 dias. b. Até 30 dias. c. Até 45 dias.
20. Quantos tipos de abelhas com ferrão têm numa colmeia?

- a. 3 = operária, rainha e zangão
- b. 2 = machos e fêmeas
- c. 5 = operária, rainha, zangão, larvas e pupa

Fonte: Mello (2022).

Quadro 4 - Questionário com as 17 respostas possíveis para o jogo “Colmeia em Números”

1. Se há cerca de 40 mil espécies de abelhas no mundo (25 mil já foram descritas). Quantas espécies de abelhas formam uma colmeia?
 - a. 25 mil, pois só metade das espécies são capazes de fazer colmeia.
 - b. 40 mil, pois toda espécie de abelhas faz colmeia
 - c. 30 mil, pois 75% das espécies de abelhas são solitárias e todas colocam ovos e fazem e cuidam dos seus próprios ninhos e lavas, não há operarias.
2. Durante a Segunda Guerra Mundial que durou entre os anos de 1939 a 1945, a cera produzida pelas abelhas coloniais foi usada para revestir as armas e protegê-las durante o transporte para as zonas de conflito. Quantas colmeias de abelhas foram mantidas nos Estados Unidos da América nesse período?
 - a. 100 milhões de colmeias.
 - b. 50 mil colmeias.
 - c. 6 milhões de colmeias.
3. Uma vez que a 2ª. Guerra Mundial terminou, como eles não precisavam de muita cera. Assim, os apiários foram abandonados e seu número foi reduzido para apenas:

- a. 4 milhões de colmeias
- b. 100 mil colmeias.
- c. 2,5 milhões de colmeias, aproximadamente 15 mil pessoas.

4. As abelhas são responsáveis por constituem com a polinização das espécies cultivadas para produzir alimentos. Quantos por cento das lavouras são polinizadas pelas abelhas?

- a. 73% das lavouras.
- b. 52% das lavouras
- c. 99% das lavouras.

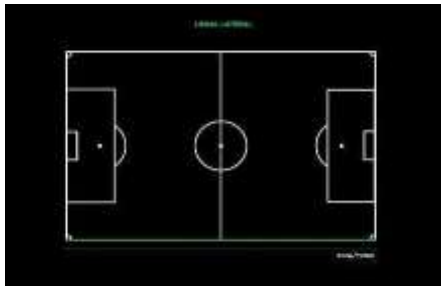
5. Hectare é uma unidade de medida agrária, também chamada de hectômetro quadrado (hm2). Essa é a medida mais utilizada para o cálculo do tamanho de áreas agrícolas, matas e áreas naturais. Essa medida é simbolizada por "ha" e a contagem não depende do formato da área das fazendas.

= 1 hectare equivale a 10.000 metros quadrados (m²)

Tamanho de um campo de futebol

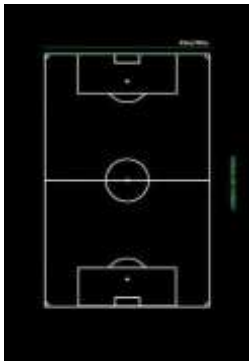
LADOS

90M a 120M



FUNDO E FRENTE

90m a 45m



Quantos campos de futebol plantados uma só colmeia de abelhas com ferrão consegue polinizar?

- a. 700 hectares, ou seja, cerca de 800 campos de futebol
- b. 100 hectares, ou seja, cerca de 800 campos de futebol
- c. 20 hectares, ou seja, cerca de 800 campos de futebol

6. Anualmente, a polinização agrícola por abelhas (com e sem ferrão) contribui com um a geração de valor econômico pela venda de alimentos. Qual é o valor que o Brasil lucra em dólares com as plantas que são polinizadas com abelhas com e sem ferrão?

- a. 23 bilhões de dólares
- b. 17 bilhões de dólares
- c. 12 bilhões de dólares

7. As abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811) (não tem ferrão) têm fêmeas que funcionam como guardas e por isso são maiores que as demais operárias, além de terem antenas mais longas. São as abelhas guardas que inibem a entrada das abelhas forrageiras (intrusas) e selecionam àquelas abelhas que vão para o campo coletar alimentos. Nessa espécie de abelha, quantos por centos de abelhas do tipo guarda são maiores que as abelhas operárias?

- a. 50%
- b. 30%
- c. 40%

8. Nas abelhas com ferrão, cada favo de mel tem alvéolos dos dois lados. Quando a colmeia estiver pronta, terá uma ordenação-padrão.

Em ordem decrescente de baixo para cima estão:

- a. No alto, são guardados o MEL, em seguida o PÓLEN, depois as OVOS e LARVAS e, por fim, os ZANGÕES.
- b. No alto, são guardados os ZANGÕES, depois MEL, em seguida vem o PÓLEN, e, por fim, os OVOS e LARVAS.
- c. No alto, são guardados os OVOS, LARVAS e ZANGÕES, depois MEL, em seguida vem o PÓLEN.

9. Os favos de mel das abelhas com ferrão são construídos com a cera produzida pelas glândulas ceríferas das abelhas. Indique o conjunto correto dos tipos de abelhas que produzem a cera:

- a. Zangões e as Operárias.
- b. Zangões e a Rainha.
- c. Somente as Operárias.

10. As abelhas com ferrão realizam inúmeras atividades dentro e fora da colmeia, sempre seguindo uma ordem de desenvolvimento de 4 tarefas. Qual é a ordem das tarefas dessas abelhas?

a. Sequência 1

- 1º. = Secretam e moldam cera na construção de favos
- 2º. = Buscam alimento e água
- 3º. = Coletam pólen, néctar e resinas
- 4º. = Produzem mel e alimentam a Rainha e os Zangões

b. Sequência 2

- 1º. = Buscam alimento e água,
- 2º. = Coletam pólen, néctar e resinas

3º. = Secretam e moldam cera na construção de favos,

4º. = Produzem mel e alimentam a Rainha e os Zangões

c. Sequência 3

1º. = Produzem mel e alimentam a Rainha e os Zangões

2º. = Buscam alimento e água

3º. = Coletam pólen, néctar e resinas

4º. = Secretam e moldam cera na construção de favos

11. O cérebro de uma abelha com ferrão contém cerca de 960.000 neurônios e tem um volume de aproximadamente $1,0\text{mm}^3$. O Homem tem cerca de 100 bilhões de neurônios (100.000.000.000) no cérebro. Apesar de uma abelha com ferrão ter menos neurônios que os seres humanos elas são capazes de:

- reconhecer os rostos das pessoas
- de aprender a distinguir as cores
- identificar padrões complexos de formas geométricas
- contar até quatro.

Quantos neurônios tem uma abelha com ferrão?

- a. 100 mil neurônios (100.000)
- b. 1 mil neurônios (1.000)
- c. 1 milhão de neurônios (1.000.000)

12. As abelhas variam muito em tamanho dependendo das espécies e até dos tipos. Por exemplo, numa colmeia de abelhas com ferrão: a abelha rainha é maior que o zangão que é maior que a abelhas operária:
= abelha rainha > zangão > abelhas operárias.

Qual é o tamanho da menor espécie de abelha?

- a. 2 milímetros de comprimento
- b. 5 milímetros de comprimento
- c. 10 milímetros de comprimento

13. As espécies de abelhas sem ferrão cujas obreiras são inferiores a 2 milímetros (mm) de comprimento, como a *Perdita minima* Cockerell, 1923 até a maior abelha-gigante-de-Wallace (*Megachile pluto* B. Smith, 1860) possui uma envergadura de 6,35 centímetro (cm).

Assim, 2 milímetros de comprimento correspondem quantos centímetros?

- a. 2 mm = 0,2 cm
- b. 2 mm = 20 cm
- c. 2 mm = 2,0 cm

14. As colônias de abelhas Jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1911) que são responsáveis pela polinização de grande parte da mata nativa no Nordeste.

Quantos por cento das plantas elas polinizam?

- a. 60% da mata
- b. 90% da mata
- c. 100% da mata

15. Enquanto os favos são geralmente construídos verticalmente, de cima para baixo, as células não são construídas em um plano vertical, mas com uma inclinação para cima sobre a horizontal. O ângulo da inclinação varia. Essa inclinação dos favos evita que a larva deslize e saia da

entrada da célula antes que ela seja fechada e diminui o vazamento do mel.

Qual é a variação na inclinação dos favos em graus?

- a. entre 25° (vinte e cinco graus) e 30° (trinta graus)
- b. entre 9° (nove graus) e 14° (quatorze graus)
- c. entre 10° (dez graus) e 12° (doze graus)

16. Existe espécies de abelhas que são capazes de reconhecer e remover as larvas ou pupas doentes ou mortas. As abelhas com ferrão são capazes de remover as larvas e pupas mortas ou doentes em nível de remoção de 58% e 75%. Essa habilidade de higienização depende do tipo de espécie e tem sido observado em abelhas brasileiras: Jataí (*T. angustula*, Mandaguari (*Scaptotrigona depilis* Moure, 1942 e Uruçu (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811).

Qual é a eficiência de 3 espécies de abelha sem ferrão do Brasil?

a. Série 1

- As abelhas Uruçu removeram 99% das crias mortas
- As abelhas Mandaguari removeram 80% das crias mortas
- As abelhas Jataí removeram 62% das crias mortas

b. Série 2

- As abelhas Mandaguari removeram 99% das crias mortas
- As abelhas Uruçu removeram 100% das crias mortas
- As abelhas Jataí removeram 62% das crias mortas

c. Série 3

- As abelhas Jataí removeram 99% das crias mortas
- As abelhas Mandaguari removeram 80% das crias mortas
- As abelhas Uruçu removeram 70% das crias mortas

17. Vírus das Asas Deformadas são inoculados nas abelhas por um ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000, popularmente conhecido pelo nome comum de varroa. Esse fenômeno ficou conhecido como Síndrome do Colapso de Desordem da Colônia que faz com que as abelhas nasçam com as asas atrofiadas. Essa síndrome se tornou uma pandemia através do comércio e transporte de abelhas para a polinização de culturas.

Qual foi a ordem de sequência do aparecimento e espalhamento no mundo do vírus que causa atrofia das asas das abelhas?

a. Série 1

- 1904 na China
- 1959 na Indonésia
- 1961 na Índia
- 1972 no Brasil
- 1977 na Alemanha
- 1987 no Canadá e nos Estados Unidos da América
- 2000 na Nova Zelândia
- 2007 no Havaí

b. Série 2

- 1904 na Indonésia

- 1959 na China
- 1961 na Índia
- 1972 no Brasil
- 1977 na Alemanha
- 1987 no Canadá e nos Estados Unidos da América
- 2000 na Nova Zelândia
- 2007 no Havaí

c. Série 3

- 1904 no Brasil
- Indonésia
- 1977 na Alemanha
- 1987 na China
- 1959 no Canadá e nos Estados Unidos da América
- 1961 na Índia
- 1972 na
- 2000 na Nova Zelândia
- 2007 no Havaí

Fonte: Mello (2022).

Quadro 5 – Respostas esperadas (RE) para as 20 perguntas do Jogo de Advinha “Abelhas em Números”

RE1. 25 mil podendo chegar a 40 mil.

RE2. Somente 7 espécies que reúnem 29 tipos (subespécies)

RE3. Há 135 milhões de anos, muito antes de os dinossauros desaparecerem.

RE4. Aproximadamente 15 mil pessoas

RE5. Cerca de 40 pessoas.

RE6. 50 mil flores.

RE7. Cerca de 4 milhões de flores. Cerca de 4 milhões de flores.

RE8. 5 gramas

RE9. 5 olhos

RE10. Até 2 anos

RE11. Entre 50 e 80 mil abelhas

RE1. 2.000 espécies

RE12. 80% do total

RE13. 180 vezes

RE14. 6 km

RE15. Em torno de 0,3% do total

RE16. Até 2 mil ovos

RE17. Até 50 quilos

RE19. Até 45 dias

RE20. Cinco = operária, rainha, zangão, larvas e pupa

Fonte: As Autoras.

Quadro 6 – Respostas Esperadas (RE) para as 17 perguntas do Jogo de Advinha “Colmeia em Números”.

RE1. 30 mil, pois 75% das espécies de abelhas são solitárias e todas colocam ovos e fazem e cuidam dos seus próprios ninhos e lavas, não há operarias.

RE2. milhões de colmeias.

RE3. 5 milhões de colmeias, aproximadamente 15 mil pessoas.

RE4. 3% das lavouras.

RE5. 700 hectares, ou seja, cerca de 800 campos de futebol;

RE6. 7 bilhões de dólares

RE7. 30%

RE8. No alto, são guardados o MEL, em seguida o PÓLEN, depois as OVOS e LARVAS e, por fim, os ZANGÕES

RE9. Somente as Operárias

RE10.

Sequência 2

1º. Buscam alimento e água.

2º. Coletam pólen, néctar e resinas

3º. Secretam e moldam cera na construção de favos 4º.

Produzem mel e alimentam a Rainha e os Zangões

RE11. 1 milhão de neurônios (1.000.000)

RE12. 2 milímetros de comprimento

RE13. 2 mm = 0,2 cm

RE14. 90% da mata

RE15. Entre 9º (nove graus) e 14º (quatorze graus)

RE16.

Série 1

As abelhas Uruçuí removeram 99% das crias mortas

As abelhas Mandaguari removeram 80% das crias mortas

As abelhas Jataí removeram 62% das crias morta

RE17.

Série 2

1904 na Indonésia

1959 na China

1961 na Índia

1972 no Brasil

1977 na Alemanha

1987 no Canadá e nos Estados Unidos da América

2000 na Nova Zelândia

2007 no Havaí

Fonte: Mello (2022).

A **Figura 22** mostra imagens da aplicação do Jogo 1 em um tempo de aula. Na **Figura 23** são ilustradas com fotos que registraram a aplicação do Jogo 2 e a Colmeia Plana construída com hexágonos planos, contendo as frases que os alunos a partir dos conteúdos dos textos dos Jogos de Advinha 1 e 2 (**Figura 24**).

(A)



(C)



(D)



(E)



Figura 22 – Imagens da aplicação do Jogo de Advinha “Abelha em Números” numa turma do 7º. Ano do Ensino Fundamental II realizada no Colégio Universitário Geraldo Reis (COLUNI, em abril de 2022. Fonte: As Autoras.

(A)



(B)



(C)



Figura 23 - Imagens da aplicação do Jogo de Advinha “Colmeia em Números” numa turma do 7º. Ano do Ensino Fundamental II e da construção da Colmeia Plana realizada no Colégio Universitário Geraldo Reis (COLUNI) em maio de 2022. Fonte: As Autoras.





Figura 24 - Imagens da Colmeia Plana construída pelos alunos do 7º. Ano do Ensino Fundamental do Colégio Universitário Geraldo Reis (COLUNI) em maio de 2022. Fonte: As Autoras.

As atividades com as abelhas & matemática decorreu das aulas de Matemática no módulo de Geometria que envolveu a construção de objetos geométricos a partir de moldes de papel (**Figura 25**).



Figura 25 – Modelos geométricos construídos pelos alunos do 7º. Ano do Ensino Fundamental do Colégio Universitário Geraldo Reis (COLUNI) em março de 2022. Fonte: As Autoras.

Assim, os jogos de adivinhação realizados através da aplicação dos questionários motivaram as crianças a conhecerem o hexágono e aprenderem a sua importância no caso das abelhas do gênero *Apis*, além de incentivar a construção dos conhecimentos sobre a importância das abelhas através das perguntas envolvendo aspectos quantitativos.

Conforme Lev Semenovitch Vygotsky (Лев Семёнович Выготский em russo, 1896-1934), a ludicidade atua positivamente no desenvolvimento das crianças. Por intermédio de um jogo, a criança desempenha suas habilidades em motivar seu aprendizado, por viabilizar o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração (VYGOTSKY, 1989).

Na abordagem sobre a aprendizagem das crianças o suíço Jean Piaget, (1896-1980) considera que o jogo representa uma ponte educacional funcional para exercitar a construção da aprendizagem, por envolver emoções motivadoras como a associações para finalizar uma dada tarefa (PIAJET, 1999).

Adicionalmente, Schirmann et al., (2019), coloca que segundo Jean Piaget, as fases de desenvolvimento refletem a maturação biológica, englobando quatro estágios de:

- (a) 0 a 2 anos = sensório motor;
- (b) 2 a 7 anos = pré-operacional;
- (c) 7 a 12 anos = operacional concreto;
- (d) 12 anos em diante = operações formais.

Assim, o entendimento dessas fases é de suma importância para entender os estágios e processo de aprendizagem das crianças, possibilitando criar atividades que estimulem as crianças na construção do conhecimento através do processo de ensino-aprendizagem (BRAGA, 2003; SCHIRMANN et al., 2019).

Como bem coloca Barbosa et al. (2015, p. 13): “os jogos, brinquedos e brincadeiras (sempre) fizeram parte do nosso universo infantil e se estendem por toda a nossa vida, para alguns, com mais ênfase, para outros muitas vezes só nas recordações”.

Nesse contexto, a proposta do presente estudo foi utilizar questionários sobre as características das abelhas e das colmeias no formato de um jogo de adivinhação com três respostas possíveis para cada pergunta que foram imediatamente respondidas e seguidas da apresentação de figuras ilustrativas, quando possível, pois “o ato de brincar (em qualquer idade) é uma forma de comunicação por meio da qual a criança se desenvolve integralmente, tanto no aspecto físico, como social, cultural, afetivo, emocional ou cognitivo” (LORO, 2015, p. 3).

Desse modo, através das atividades realizadas no COLUNI foram realizadas atividades que estimularam: (a) a leitura, (b) a interpretação, (c) o raciocínio lógico em termos quantitativos, (d) a elaboração de dúvidas sobre o tema e, por fim, (e) a promoção de discussões construtivas (MELLO, 2022).

Projetos na área educacional são, normalmente, feitos em lugares acadêmicos com quase nada de investimento financeiro, sendo até insuficiente e muitas circunstâncias ficam abreviadas em pequenos experimentos para serem procedidos nas universidades. Assim, nem sempre há possibilidades de interação academia-escola, o que acaba por dificultar a geração de nova forma de fomentar a construção através de jogos, principalmente, de baixíssimo custo e de fácil assimilação, como foram

desenvolvidos e aplicados com sucesso no caso das abelhas e as questões matemáticas (o Hexágono) em uma turma do 6º. Ano do Ensino Fundamental (MELLO, 2022).

Os **Quadros 9 e 10** ilustram os Jogos de Falso ou Verdadeiro e suas respectivas respostas que não puderam ser validados em turmas e Ciências por conta da pandemia causada pelo SARS-CoV-2 (Mello, 2022).

Quadro 9 – Vinte respostas certas do **Questionário 3** que são relativas ao do Jogo **Você Conhece as Abelhas?** Marque se as afirmativas abaixo são Falsas ou Verdadeiras.

1) As abelhas SÃO OS ÚNICOS INSETOS que produzem alimentos que são consumidos pelos humanos (exemplo: mel e geleia real).

() Falso

() Verdadeiro

2) Nas estações mais frias do ano, quando há escassez de alimentos, os ZANGÕES PODEM SER EXPULSOS DA COLMEIA pelas operárias e acabam morrendo de fome ou de frio.

() Falso

() Verdadeiro

3) A geleia real NÃO é o ÚNICO ALIMENTO que a abelha rainha recebe durante toda sua vida.

() Falso

() Verdadeiro

4) As abelhas SÃO OS ÚNICOS INSETOS que produzem veneno que pode matar uma pessoa.

() Falso

() Verdadeiro

5) Se nascerem duas rainhas ao mesmo tempo, elas <u>LUTAM ATÉ QUE UMA DELAS MORRA</u> ☐ Falso ☐ Verdadeiro
6) As abelhas <u>SÃO OS ÚNICOS ANIMAIS</u> que quando picam perdem o ferrão e acabam morrendo. ☐ Falso ☐ Verdadeiro
7) As abelhas se <u>ORIGINAM DE UM GRUPO DE VESPA</u> ☐ Falso ☐ Verdadeiro
8) Abelhas, Vespas e Formiga são pertencentes ao grupo chamado Himenópteros ☐ Falso ☐ Verdadeiro
9) Abelhas, Vespas e Formiga são pertencentes ao grupo chamado Himenópteros ☐ Falso ☐ Verdadeiro
10) As abelhas começaram a ser cultivadas a 4 mil anos no Egito Antigo. ☐ Falso ☐ Verdadeiro

Fonte: Mello (2022).

Quadro 10 – Lista das 10 Respostas Esperadas (RE) para o **Questionário 2** que são relativas ao do Jogo **Você Conhece as Abelhas?**

R1 – Verdadeiro

R2 – Falso

R3- Verdadeiro

R4 – Falso

R5 – Falso

R6 – Verdadeiro

R7 – Verdadeiro

R8 – Verdadeiro

R9 - Verdadeiro

R10 - Verdadeiro

(Fonte: Mello, 2022).

Finalmente, gostaríamos de divulgar que além da publicação do nosso primeiro livro (MELLO et al., 2023) e do presente livro, nós vamos divulgar os resultados obtidos nas dinâmicas desenvolvidas na monografia (MELLO, 2022) para mostrar a importância das abelhas, através de dois tempos de aula quando:

- Aplicamos Dois Jogos de Adivinha;
- Fizemos Exposição de Fotos de Abelhas e Imagens relacionadas;
- Apresentação de Materiais (mel, favos, geleia real, própolis e pólen coletados pelas abelhas);
- Construção de uma colmeia hipotética com hexágonos que foram individualmente pintados com cores que lembrassem o mel e que receberam frases dos alunos relacionadas aos jogos aplicados. Os hexágonos foram colados em uma folha de cartolina;
- Construção de ficha com para que cada aluno apontasse dentre as 45 fotos expostas durante as atividades quais foram aquelas que eles mais gostaram, independentemente de qualquer critério numérico ou de categoria de assuntos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente e-book e as demais publicações visam divulgar aspectos que mais impactaram o grupo focal – alunos da turma de 7º. Ano do Ensino Fundamental do Coluni no primeiro semestre de 2022 - a quem agradecemos imensamente por todos os questionamentos, ideias e participações criativas e construtivas, e sobretudo, entusiasmo em (re)construir conhecimentos.

Com certeza nós nos divertimos muito (re)aprendendo sobre as Abelhas através dos números com os alunos sobre a regência da Professora de Matemática – Ana Paula, coautora deste livro e do nosso artigo submetido e ainda em avaliação.

Também apresentamos um resumo expandido que parcialmente aborda os resultados obtidos pelo nosso estudo na Semana de Extensão da Universidade Federal Fluminense (28ª. SEMEXT-UFF, Niterói, RJ) que ocorreu entre 17 e 19 de outubro de 2023 durante a 20ª. Semana Nacional de Ciências e Tecnologia (14 a 20 de outubro do mesmo ano). ¹¹

Finalmente, agradecemos a todos que se interessaram por esta obra!!!

12. REFERÊNCIAS

ANTONIOLI, Cassia. Qual é a importância da matemática em nossas vidas. 2022. Disponível em: <https://www.ensinamais.com.br/blog/post/educacao-e-tecnologia/qual-e-a-importancia-da-matematica-em-nossas-vidas> Acesso em: 12 de março de 2022.

ANTUNES, Francieli Cristina Agostinetti; MERLI, Renato Francisco; NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. A construção da didática da matemática na França e sua influência sobre as pesquisas brasileiras. XIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Cuiabá, MT, Anais ... 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336614093_A_CONSTRUCAO_DA_DIDATICA_DA_MATEMATICA_NA_FRANCA_E_SUA_INFLUENCIA_SOBRE_AS_PESQUISAS_BRASILEIRAS Acesso em 18 de março de 2023

ASCHER, J.S.; PICKERING, J. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). 2019. Disponível em: <https://bwars.com/content/discover-life-bee-species-guide-and-world-checklist-hymenoptera-apidae-anthophila> Acesso em: 12 de março de 2022.

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, RS: Penso. 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7722229/mod_resource/content/1/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf Acesso em: 12 de março de 2022.

BRAGA, Maria José Viana. A relação com o saber, com o aprender e com a escola: uma abordagem em termos de processos epistêmicos. Paidéia, v. 12, n. 24, p. 175-183, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/paideia/a/Z7WJHVkVMYYhJJQhrWzgHQp/?lang=pt> Acesso em: 12 de março de 2022.

BRASIL. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais. CRBIO. MMA. 2019. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf Acesso em: 12 de março de 2022.

BRUSCA, R.; BRUSCA, G. J. Invertebrados. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2007.

BUENO, Jesus Franco. Sistema automatizado de classificação de abelhas baseado em reconhecimento de padrões. Tese. (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-10012011-114124/publico/Tese_Jesus_Franco_Bueno.pdf Acesso em: 12 de março de 2022.

BUNGENSTAB, Gabriel Carvalho. Refletindo a educação contemporânea por meio de um resgate da educação moderna. Saberes, v. 1, n. 10, p. 163-173, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/saberes/article/download/5685/4920/> Acesso em: 12 de março de 2023.

CARVALHO, Caio Antunes de. A ciência que fazemos no Departamento de Biologia Geral da UFF. SIGPROJ sob o número: 1927.352280.11082020, 2020. Disponível em: <http://gbg.sites.uff.br/2020/09/01/quintas-de-ciencia/> Acesso em: 12 de março de 2023.

CARRAHER, T. (org.). Na vida dez, na escola zero. Caderno de Pesquisa, v. 42, p. 79-86, 1982. Disponível em:

<http://www.professores.im-uff.mat.br/hjbortol/disciplinas/2017.1/gma00114/arquivos/carraher-carraher-schliemann-1982.pdf> Acesso em: 12 de março de 2023.

CHARLOT, Bernard. Relação com o saber e com a escola entre estudantes de periferia. Cadernos de Pesquisa, n. 97, p. 47-63, 1996. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/803/814> Acesso em: 2 maio 2022.

CHARLOT, B. Da relação com o saber. Elementos para uma teoria. Porto Alegre: Editora Artmed. 2000.

CHARLOT, B. Os jovens e o saber - perspectivas mundiais. Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 2001.

CLUBMED. Cada floco de neve é único. Flocos de neve: como eles se formam? s/d. Disponível em: <https://www.vocenaneve.com.br/flocos-de-neve-como-eles-se-formam/> Acesso em: 02 maio 2022.

COSTA, Luciano. Guia fotográfico de identificação de abelhas sem ferrão, para resgate em áreas de supressão florestal. Instituto Tecnológico Vale. Belém, PA, 2019. Disponível em: https://www.globaltree.com.br/uploads/1/1/7/7/11773298/guigatea_fotografico_de_identificacao_de_abelhas_sem_ferrao_para_res_em_areas_de_supressao_florestal.pdf Acesso em: 02 maio 2022.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Como ensinar matemática hoje? Temas e Debates. SBEM. Ano II. N2. Brasília, DF, p. 15-19, 1989. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Beatriz.pdf Acesso em: 02 maio 2022.

DALCIN, Andreia. Um olhar sobre o paradidático de matemática. ZETETIKÉ, v. 15, n. 27, p. 25-36, 2007. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647014> Acesso em: 02 maio 2022.

DIA A DIA EDUCAÇÃO. Formas Hexagonais. Secretaria da Educação do Paraná. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Educacional Fundear. 2019. Disponível em: <http://www.matematica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=146&evento=3> Acesso em: 02 maio 2022.

DOLAN, E. L.; COLLINS, J. P. We must teach more effectively: here are four ways to get started. Molecular Biology of the Cell, v. 26, n. 12, 2015. Disponível em: <http://www.molbiolcell.org/content/26/12/2151.full> . Acesso em: 02 maio 2022.

DUTRA, Aline Garcez. Veja por que você deve evitar o contato com uma colmeia de abelhas. 2019. Disponível em: <https://radio93fm.com.br/amp/veja-porque-voce-deve-evitar-o-contato-com-uma-colmeia-de-abelhas/> Acesso em: 02 maio 2022.

GZH - Educação e Trabalho. Engenharia de colmeias. Forma hexagonal dos favos de mel é obra da temperatura. 2013. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2013/07/forma-hexagonal-dos-favos-de-mel-e-obra-da-temperatura-4203050.html> Acesso em: 02 de maio 2023.

FREITAS, Breno Magalhães. Centro de Ciências Agrárias Departamento de Zootecnia Meliponíneos. Universidade Federal do Ceará. Parte do material extraído do CD-ROM – A Vida das Abelhas. s/d.

GALL, Joana. Como os favos das abelhas viram hexágonos? Terra, 2013. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/voce-sabia/como-os-favos-das-abelhas-viram-hexagonos,bcbd06903e5ef310VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html> Acesso em: 02 de maio 2023.

GERDES, P. On possible uses of traditional angolan sand drawings in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, v. 19, p. 3-22, 1988.

GOMES, Luiz Fernando. Vídeos didáticos: Uma proposta de critérios para análise. *Travessias*, v. 2, n. 3, p. 1-17, 2008. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3128/2463> Acesso em: 02 de maio 2023.

GUIMARÃES, Garcia, Leandro; MARTINS, Tatiana Costa (org.). Possibilidades de aprendizagem e mediações do ensino com o uso das tecnologias digitais: desafios contemporâneos. Palmas, TO. EDUFT, 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/view/12022/18786> Acesso em: 02 de maio 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. Hexágono. s/d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/hexagono.htm#:~:text=O%20hex%C3%A1gono%20%C3%A9%20o%20pol%C3%ADgono,Caso%20contr%C3%A1rio%2C%20%C3%A9%20irregular>. Acesso em: 02 de maio 2022.

IYENGAR, Erika V. Kleptoparasitic interactions throughout the animal kingdom and a re-evaluation, based on participant mobility, of the conditions promoting the evolution of kleptoparasitism. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 93, n. 4, p. 745-762, 2008. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Kleptoparasitic-interactions-throughout-the-animal-lyengar/3cf185e23a5b9728ea2fdac131495f5778769378> Acesso em: 12 de março de 2023.

LANCY, D. F. Cross. cultural studies in cognition and mathematics. New York: Academic Press. LIBEN. LS. (org.).

Development & Learning: Conflict or Congruense? 1983. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

LEMAT. Laboratório de Matemática. 2022. Disponível em: <http://coluni.uff.br/laboratorio-de-matematica/> Acesso em: 12 de março de 2022.

LÜCK, Heloísa. Dimensões da gestão escolar e suas competências. Curitiba, PR, Editora Positivo, 2009. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1o5ltRHdXHFozBfVwGuT0iauh85UwpOy/edit> Acesso em: 13 out. 2022.

KOEHLER, Daniel. A cegueira botânica e suas implicações no ensino e na formação dos sujeitos. UNINTER, s/d. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1148> Acesso em: 12 de março de 2023.

LIMA, Neuza Rejane Wille; GOMES, Suzete Araujo Oliveira. Extensão universitária à distância: O Corona Vírus - O que pensa um biólogo diante uma pandemia? *Revista de Extensão UENF*, v. 5, n. 2, p. 42-2020. Disponível em: <https://uenf.br/publicacoes/revista-de-extensao/wp-content/uploads/sites/4/2020/12/Revista-de-Extens%C3%A3o-UENF-v.-5-n.-2-comprimido.pdf> Acesso em: 12 de março de 2023.

LIMA, Neuza Rejane Wille Lima; REZENDE, Carlos Eduardo de. SARS-CoV-2. Revista de Ciência Elementar, v. 8, n. 4, p. 65-73, 2020. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2020/065/> Acesso em 18 de março de 2023

LOPES, A.R.C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 11, 3, p. 324-330, 1993. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza> Acesso em 18 de março de 2023.

LORENZ, Camila; ALMEIDA, Fabio; ALMEIDA-LOPESA, Fernanda; LOUISE, Caroline; PEREIRA, Stella N.; PETERSEN, Vivian; VIDAL, Paloma O.; VIRGINIO, Flávia; SUESDEK, Lincoln. Geometric morphometrics in mosquitoes: What has been measured? Infection, Genetics and Evolution, v. 54, p. 205-2015, 2017. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1567134817302277?token=AA32E0B27B259AC85EB52762518B3D9CC4A4D0AD94F646466CEEEA0232257394D918D276F62A35017908EF6B9198EC1D&originRegion=us-east-1&originCreation=20221124220318> Acesso em 18 de março de 2023

LORENZ, Camila; VIRGINIO, Flávia, BREVIGLIERI, Enrico Lopes. O fantástico mundo dos mosquitos. Livro Novo, 2018. https://publicacoeseducativas.butantan.gov.br/web/mosquito/pages/pdf/89_Livro%20O%20FANT%20C%81STICO%20MUNDO%20DOS%20MOSQUITOS_internet.pdf Acesso em 18 de março de 2023

MARQUES, Marcelle Godencio. Uma (re)leitura do filme "Vida de inseto" como recurso didático no Ensino de Ciências. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354386426_Uma_releitura_do_filme_Vida_de_inseto_como_recurso_didatico_no_Ensino_de_Ciencias Acesso em: 13 out. 2023.

MARQUES, Marcelle Godencio; GOMES, Suzete Araujo Oliveira; LIMA, Neuza Rejane Wille. Vida de Insetos em aulas de ciências: uma (re)leitura necessária. Editora Conhecimento Livre, Piracanjuba, GO. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354309682_Vida_De_Insetos_Em_Aulas_De_Ciencias_Uma_ReLeitura_Necessaria Acesso em: 13 out. 2022.

MARTINEZ, Lucas da Silva; SALVA, Sueli. Os jovens e as relações com o saber: elementos para construção de uma pesquisa. Revista Latino-

Americana de Estudos em Cultura e Sociedade, v. 2, Edição Especial, p. 99-106, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313686982_Os_jovens_e_as_relacoes_com_o_saber_elementos_para_construcao_de_uma_pesquisa Acesso em: 13 out. 2022.

MELLO, Jamayca Das Graças Serri de "Bee Movie" e a importância ecológica e econômica das abelhas para o ensino fundamental II. Monografia. (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

MELLO, Jamayca das Graças Serri de; CABRA, Luiz Mors; LIMA, Neuza Rejane Wille. Você conhece as Abelhas? Respostas através da análise do filme Bee Movie. Editora Livre Conhecimento, Piracanjuba, GO. 2023. Disponível em: <https://api.conhecimentolivre.org/ecl-api/storage/app/public/L.783-2023.pdf> Acesso em 07 de outubro de 2022.

BARRIENTOS, Aniura Milanés; ANDRADE, Bianca Silva; VERGARA, Carmen Rosa Giraldo; ARAÚJO, Leandro Augusto Rodrigues; ZÚÑIGA, Nora Olinda Cabrera; MELO, Taciany da Silva Pereira. Hexágonos Coloridos. Quebra-cabeça de Matemática Atividades para o Ensino Fundamental. s/d. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Disponível em: https://cdnportaldaobmep.impa.br/portaldaobmep/uploads/quebra_cabeça/t1v98fdchjrc.pdf Acesso em 07 de outubro de 2022.

MICHENER, C. D. The Bees of the World. 2nd Edition, John Hopkins University Press, Baltimore, 2007. https://www.researchgate.net/publication/263134118_Bees_of_the_World Acesso em: 12 de março de 2022.

MILANES, A.; ANDRADE, B. S.; CARMEN ROSA GIRALDO VERGARA; ARAUJO, L. A.; ZUNIGA, N. O. C.; PEREIRA, T. S. Quebra-cabeças de

Matemática para o Ensino Fundamental. IMPA. 2020. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Livreto). Disponível em: <https://www.obmep.org.br/noticias.DO?id=586> Acesso em: 12 de março de 2022.

MILANES, A.; ZUNIGA, N. O. C. Hexaflexágonos en la clase de geometría. Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, Madri. VIII CIBEM Libro de Actas, p. 91-103, Anais..., 2017. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/20752/1/Milanes2017Hexaflex%C3%A1gonos.pdf> Acesso em: 12 de março de 2022.

MONTEIRO, Nathássia Cássia. Um livro escrito a partir de vivências didáticas com as plantas voltado para o enfrentamento da invisibilidade botânica. Dissertação. (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/30589> Acesso em: 12 de março de 2023.

MUNDO UOL. Abelha (Família Apidae). 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/abelha.htm> Acesso em: 12 de março de 2023.

NEVES, Amanda; BÜNDCHEN, LISBOA, Márcia Cassiano Pamplona. Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da Educação? Ciência e Educação, v. 25, n. 3, p. 745-762, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xQNBfh3N6bdZ6JKfyGyCffQ/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 12 de março de 2023.

MARTINHO, C.; FERRADEIRA, C.; CATITA, J.; FAUSTINO-ROCHA, A.

Apicultura: revisão de literatura. Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária, v. 12, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rlcmv/article/view/8343> Acesso em: 12 de março de 2023.

MUNDO DA EDUCAÇÃO. Glaciação. 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/glaciacao.htm> Acesso em: 12 de março de 2022.

NCTM. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. commission on standards for school mathematics of the national council of teachers of mathematics. New Jersey: National Council of Teachers of Mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, v. 19, n. 4, p. 338-344, 1988.

ORIGEM DA PALAVRA. 2023. Disponível em: <https://origemdapalavra.com.br/artigo/crimes/> Acesso em: 12 de março de 2023.

PECHENIK, J. A. Biologia dos invertebrados. 7ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

PEDRO, Silvia R. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). Sociobiology, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014. https://www.researchgate.net/publication/276244402_The_Stingless_Bee_Fauna_In_Brazil_Hymenoptera_Apidae Acesso em: 12 de março de 2023.

PEREIRA, Fábila de Mello; SOUZA, Bruno de Almeida; LOPES, Maria Teresa do Rêgo. Criação de abelha sem ferrão. EMBRAPA. s/d. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166288/1/CriacaoAbelhaSemFerraio.pdf> Acesso em: 12 de março de 2023.

PEREIRA, Daniel Santiago; HOLANDA-NETO, João Paulo de; SOUSA, Luci Cleide Farias Soares; Debora Cristina COELHO, SILVEIRA, Daniel Casimiro Martin; HERNANDES, Lazcano. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera* L. em apiários no Semiárido Brasileiro. ACTA Apicola Brasilica, v. 02, n. 02 (ESPECIAL), p. 01 - 11, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/280601191_Mitigacao_do_comportamento_de_abandono_de_abelhas_Apis_mellifera_L_em_apiarios_no_Semiarido_Brasileiro/stats Acesso em: 12 de março de 2023.

PEREIRA, Ana Paula. 15 anos do Coluni-UFF. 2022. Disponível em: <http://coluni.uff.br/2022/02/12/15-anos-do-coluni-uff/> Acesso em: 12 de março de 2023.

PEREIRA, T. S.; ARAUJO, L. A.; MILANES, A. O portal quebra-cabeças de matemática. XIII ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 2019, Cuiabá. - Encontro Nacional de Educação Matemática, Anais ... 2019. <https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/viewFile/842/768> Acesso em: 12 de março de 2023.

PERUQUETTI, Rui Carlos; SILVA, Yara Costa da; DRUMOND, Patrícia Maria. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 47 - Forídeos cleptoparasitas de abelhas sem ferrão: sazonalidade, distribuição espacial e atratividade de iscas de vinagre. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Acre). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasília, DF. 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64718/1/24346.pdf> Acesso em: 12 de março de 2022.

RAMALHO, Carlos Alberto. Como é a visão da mosca? QUORA. 2023. Disponível em: <https://pt.quora.com/Como-%C3%A9-a-vis%C3%A3o-da-mosca-1> Acesso em: 12 de março de 2023.

RAMOS, Ademilson. Por que o hexágono está em quase todos os lugares? 2018. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/editorial/ciencia/por-que-o-hexagono-esta-em-quase-todos-os-lugares> Acesso em: 12 de março de 2022.

RIBEIRO, Amarolina. Zonas Climáticas da Terra. InfoEscola. 2019. Disponível em: <https://www.infoescola.com/wp->

content/uploads/2019/11/zonas-climaticas-terra-1132499309.jpg Acesso em: 12 de março de 2023.

ROSS, R. M.; HAAS, D. A.; HENDRICKS, J. R.; ALLMON, W. D. Paleontological Research Institution's Museum of the Earth and Taughannock State Park as teaching resources. In: New York State Geological Association 91st. Annual Meeting Field Trip Guide, Hobart and William Smith Colleges, Section B1, p.1-31, 2022. Disponível em: <https://www.museumoftheearth.org/bees/diversity> Acesso em: 12 de março de 2022.

ROZEN, J. G., Jr. 1991. Evolution of cleptoparasitism in anthophorid bees as revealed by their mode of parasitism and first instars (Hymenoptera: Apoidea). American Museum Novitates, v. 3029, p. 1-36. https://www.researchgate.net/publication/259496177_Evolution_of_nesting_behaviour_and_kleptoparasitism_in_a_selected_group_of_osmiine_bees_Hymenoptera_Megachilidae Acesso em: 12 de março de 2022.

SALATINO, Antonio; BUCKERIDGE, Marcos. "Mas de que te serve saber botânica?" Estudos Avançados, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/z86xt6ksbQbZfnzvFNnYwZH/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 12 de março de 2023.

SAXE, G.B. & POSNER, J.K. The Development of numerical cognition: Cross-cultural perspectives. In H.P. Ginsberh (org.), The Development of Mathematical Thinking (pp. 291-317). New York: Academic Press. 1983.

SANTOS, Jean Mac Cole Tavares; SOUZA, Francisco das Chagas Silva. Educação e a crise ambiental: o espaço do meio ambiente nas aulas de história. Ambiente & Educação, v. 20, n. 1, p. 17-27, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/5202> Acesso em: 12 de março de 2023.

SOARES, Denisson Antunes. Todos os flocos de neve realmente são únicos? MEGA CURIOSO. 2022. Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/ciencia/122238-todos-os-flocos-de-neve-realmente-sao-unicos.htm> Acesso em: 12 de março de 2023.

SILVEIRA, Marco Cesar; JAPYASSÚ, Hilton F. Notes on the behavior of the kleptoparasitic spider *Argyrodes Elevatus* (Yheridiidae, Araneae). Revista de Etologia, v. 11, n. 1, p. 56-67, 2012. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/reto/v11n1/07.pdf> Acesso em: 12 de março de 2023.

VELOSO, Eduardo e VIANA, José Paulo. Desafios, problemas e histórias de Matemática no Público. Porto: Edições Afrontamento, 2009.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. Plant Science Bulletin, v. 47, p. 2-9, 2002. Disponível em: https://cms.botany.org/userdata/IssueArchive/issues/originalfile/PSB_2001_47_1.pdf Acesso em: 12 de março de 2023.

WERNECK, Hugo A. MELO, Gabriel A. R.; CAMPOS, Lucio A. O. First host record for the cleptoparasitic bee *Rhathymus friesei* Ducke (Hymenoptera, Apidae). Revista Brasileira de Entomologia, 56, n. 4, p. 519-521, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/RqNK8FB8WmcDZzvQHhxdyv/?format=pdf&lang=en> Acesso em: 12 de março de 2023.

YERRUSHALMY. M. &HOU DA, R.A. The Geometric Supposer Promoting Thinking and Learning. The Mathematics Teacher, v. 79, n.º 6, 1985.

NOTAS

Nota 1

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2022/05/abelhas-por-que-sao-importantes-e-como-podemos-evitar-seu-desaparecimento#:~:text=Com%20mais%20de%2020%20mil,correm%20e%20como%20preserv%C3%A1%20DIos.>

Nota 2

<https://api.conhecimentolivres.org/ecl-api/storage/app/public/L.783-2023.pdf>

Nota 3

<https://butantan.gov.br/noticias/soro-contra-veneno-de-abelhas-tem-resultados-promissores-nas-fases-iniciais-do-ensaio-clinico>

Nota 4

<https://fpagropecuaria.org.br/2023/06/20/apicultura-brasileira/>

Nota 5

<https://fpagropecuaria.org.br/2023/06/20/apicultura-brasileira/#:~:text=Em%202021%2C%20o%20pa%C3%ADs%20exportou,76%25%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202020.>

Nota 6

<http://gbg.sites.uff.br/>

Nota 7

<https://www.youtube.com/watch?v=NWxrDrkKleY&t=2s>

Nota 8

<https://www.ensinamais.com.br/blog/post/educacao-e-tecnologia/qual-e-a-importancia-da-matematica-em-nossas-vidas>

Nota 9

<https://www.uff.br/?q=noticias/04-10-2022/investimento-no-coluni-uff-entrega-primeiro-onibus-da-unidade>

Nota 10

cadastrado em 07/06/2022 via a plataforma do Sistema de Informação e Gestão de Projetos (Sigproj-UFRJ - <http://sigproj.ufrj.br>) aprovado através do protocolo: 376497.2126.51214.07062022.



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

Jamayca das Graças Serri de Mello
Ana Paula Cabral Couto Pereira
Luiz Mors Cabral
Neuza Rejane Wille Lima

MATEMÁTICA ATRAVÉS DO FILME BEE MOVIE (HISTÓRIA DE UMA ABELHA) PARA OS ÚLTIMOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL