



LAILA NUNES CHOUDHURY

**O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS EM UMA
ABORDAGEM CORPORIFICADA**

**LAVRAS — MG
2023**

LAILA NUNES CHOUDHURY

**O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS EM UMA ABORDAGEM
CORPORIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Ciências Biológicas, para a
obtenção do título de Licenciada.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Nascimento.

**LAVRAS — MG
2023**

<http://www.biblioteca.ufla.br/FichaCatalografica/>

“A metà tra l'incomprensibile e il banale, è la metafora che più produce conoscenza.”

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram nesta jornada, que for cursar licenciatura em Ciências Biológicas. Primeiramente, gostaria de agradecer à minha mãe, pode ser meu exemplo e sempre me inspirar a buscar conhecimento, estudar e ser criativa. Em segundo, agradecer ao meu pai, por não medir esforços quando se trata de estudos e nos lembrar que estudar é muito importante. Também agradecer a cada um dos meus irmãos e irmã, Sid, Dandan, Hari e Mahi, por tornarem muitos de meus dias mais divertidos e interessantes. Aos meus amigos, Heitor e Nicolas Marques, obrigada carinho e aventuras.

Enquanto morei em Lavras, morei com diversas pessoas e conheci muitas outras fora do âmbito UFLA, e a elas devo meus agradecimentos por me ajudarem a crescer em diversos aspectos, sejam eles pessoais, sociais ou profissionais. Deixo aqui agradecimentos em especial ao Lincoln, por ser um fonte de luz, que nos tira da caverna. E também ao Nicolas, que durante toda a minha trajetória do TCC, sempre me apoiou e me proporcionou tranquilidade.

Gostaria de agradecer também aos meu colegas de Curso e também de UFLA e ao corpo docente da Biologia e de outras disciplinas, em especial a(o) Prof. Dayse Lucy, Renato Gregorin, Lucas del Bianco, João Paulo Barbosa, Marinês Pires, Suzana Maria, e Antônio por serem professores inspiradores, cada um a seu modo, em suas respectivas áreas, mostrando como a Biologia é bela e curiosa.

Por fim, agradeço ao Professor Thiago Nascimento pela parceria e orientação. Por ter aceito o desafio de orientar um aluna da Biologia e apresentá-la à Linguística Cognitiva. Foi uma escrita prazeroso, obrigada. E aos professores Antônio Nascimento, Gasperim Ramalho e professora Aline por aceitarem o convite para compor a banca de avaliação. Muito obrigada.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver estratégias para o ensino de conceitos abstratos das Ciências Biológicas baseados na Linguística cognitiva e no conceito de corporificação. Para isso, o trabalho discute o processo de ensino-aprendizagem de conceitos abstratos à luz da Linguística Cognitiva em uma perspectiva corporificada e multimodal, apresenta estratégias de ensino baseadas nos níveis da realidade de Johnstone, na corporificação da Linguística cognitiva e nos modos semióticos dos Estudos em Multimodalidade. Além disso, descreve a aplicação dessas estratégias em um plano pré-pedagógico.

Palavras-chave: Corporificação. Ensino-aprendizagem. Conceitos abstratos. Biologia. Plano de aula.

ABSTRACT

This study aims to develop strategies for teaching abstract concepts in Biological Sciences based on Cognitive Linguistics and the concept of embodiment. To achieve this, the study discusses the teaching-learning process of abstract concepts in the light of Cognitive Linguistics from an embodied and multimodal perspective, presents teaching strategies based on Johnstone's levels of reality, the embodiment of Cognitive Linguistics, and the semiotic modes of Multimodality Studies. Additionally, the study describes the application of these strategies in a pre-pedagogical plan.

Keywords: Embodied language. Teaching-learning. Abstract concepts. Biology.

INTRODUÇÃO	9
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.1 Breve panorama do ensino de Biologia e dos conceitos abstratos	11
1.2 Os conceitos abstratos e o ensino de Ciências Biológicas	12
1.3 Os três níveis de compreensão da realidade e os conceitos abstratos	14
1.4 Desafios no ensino de conceitos biológicos abstratos	15
2 COGNIÇÃO CORPORIFICADA À LUZ DA LINGUÍSTICA COGNITIVA	18
2.1 Corporificação	19
2.1.1 Esquemas imagéticos	21
2.1.2 Pensamento Metafórico	24
2.2 Multimodalidade	26
2.2.1 A Multimodalidade na Aprendizagem	28
2.3 A importância da abordagem corporificada e da multimodalidade para o ensino	31
2.3.1 Multimodalidade, interdisciplinaridade e biologia	32
3 UMA PROPOSTA PRÉ-PEDAGÓGICA	34
3.2 A proposta pré-pedagógica	34
AULA 1 - A mitose: como as células se multiplicam	37
AULA 2 - A mitose: uma representação corporal da mitose	47
3.3 Discussão	50
3.3.1 Aula 1 - A mitose: Como as células se multiplicam	50
3.3.2 Aula 2 - A mitose: uma representação corporal da mitose	55
3.4 Limitações e desafios	57
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60
ANEXO A – Material didático 1	64
ANEXO B – Material didático 2	65

INTRODUÇÃO

“O fundamental no conhecimento não é sua condição de produto, mas seu processo.”

Antônio Joaquim Severino (2008)

Imagine que a célula é como um par de tênis que você adora e que você precisa reproduzir uma cópia perfeita do tênis.

Essa analogia pode ser uma forma de começar uma aula de Ciências ou Biologia para discutir um dos tipos de divisão celular: a mitose. O tema da divisão celular envolve vários conceitos abstratos que não são facilmente visíveis e palpáveis, tornando-o relativamente distante de nossa percepção do mundo cotidiano. Como ocorre a nível celular e molecular, precisamos de ferramentas de microscopia para observar o fenômeno da divisão, tornando o tema ainda mais difícil de compreender. Nesse sentido, os professores têm o desafio de, ao discutir assuntos abstratos em sala de aula, torná-los mais acessíveis à cognição dos alunos.

Ao planejar uma aula de biologia, frequentemente nos deparamos com conceitos abstratos que precisam ser transmitidos ou construídos de maneira a se tornarem conhecimentos para os alunos. É importante pensar em estratégias para alcançar esse objetivo. Por exemplo, podemos (re)tomar a história do tênis predileto como ponto de partida para explicar a mitose, ilustrando o processo de divisão celular. Mas como desenvolver estratégias eficientes para o ensino de conceitos abstratos em Ciências Biológicas? E quais princípios e teorias podem dar subsídios para essas estratégias? Como relacionar uma célula com um objeto cotidiano, como um tênis, pode nos ajudar a explicar um conceito complexo como a mitose?

Para desenvolver estratégias para o ensino de conceitos abstratos em Ciências Biológicas, encontrei subsídios em estudos da Linguística Cognitiva, que incluem a teoria da metáfora conceitual, os esquemas imagéticos e a noção de corporificação. A teoria da metáfora conceitual é especialmente relevante, uma vez que sugere que o pensamento abstrato e os conceitos abstratos são construídos por meio de estruturas corporificadas. Além disso, os estudos em multimodalidade também foram essenciais, uma vez que enfatizam a importância de abordar a aquisição de conhecimento e o ensino por meio de diversos modos de comunicação e interação (modos semióticos). Por fim, foram também considerados os diferentes níveis de percepção da realidade de Johnstone (1993), que contribuíram para a

transição dos conceitos concretos (macroscópicos) para os abstratos, para torná-los cognitivamente mais acessíveis aos alunos.

Sendo assim, tenho como principal objetivo neste trabalho propor um plano pré-pedagógico para o ensino da Mitose, seguindo as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para isso, foram utilizados os princípios e teorias da Linguística Cognitiva e dos estudos em multimodalidade, a fim de desenvolver estratégias de ensino que possam contribuir para uma aprendizagem mais significativa.

Para alcançar esse objetivo, realizei uma pesquisa bibliográfica sobre a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva, que destaca a importância dos esquemas imagéticos e das metáforas conceituais na construção do pensamento abstrato, bem como a multimodalidade na comunicação e na interação. Também foram considerados os diferentes níveis de percepção da realidade de Johnstone, que podem auxiliar na transição dos conceitos concretos para os abstratos, tornando-os mais acessíveis aos alunos.

O trabalho foi estruturado em três capítulos. No primeiro capítulo, apresento considerações iniciais sobre o ensino de biologia e os conceitos abstratos e contextualizo o trabalho com os níveis de percepção da realidade de Johnstone. No segundo capítulo, discuto a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva e seus principais conceitos, além abordar a multimodalidade, para fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de ensino. Por fim, no terceiro capítulo, apresento uma aplicação dessas estratégias na elaboração de um plano pré-pedagógico para o ensino de um conteúdo de Ciências Biológicas.

Com isso, espero contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais acessíveis e compreensíveis no ensino de conceitos abstratos em Ciências Biológicas, promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao contrário das coisas tangíveis, os conceitos abstratos não têm forma física, mas têm poder suficiente para moldar o mundo ao nosso redor.

Laila Nunes Choudhury (2023)

1.1 Breve panorama do ensino de Biologia e dos conceitos abstratos

A BNCC (2018, p. 321-322, 547-552) aborda a Biologia como uma disciplina que permite aos estudantes compreender a vida e os seres vivos interdisciplinarmente, relacionando a Biologia com outras áreas do conhecimento, como a Química e a Física, por exemplo. O documento enfatiza a importância da aprendizagem ativa e a necessidade de utilização de diversas estratégias e recursos didáticos para contribuir com a compreensão e retenção dos conceitos.

Como graduanda em licenciatura em Ciências Biológicas, percebo a importância da educação básica em Ciências Biológicas para o desenvolvimento de uma sociedade informada e consciente dos desafios relacionados à vida e ao meio ambiente; para tanto, é preciso explorar estratégias de ensino.

Nesse sentido, a forma como a Biologia e outras disciplinas correlatas são ensinadas é objeto de estudo de pesquisa nas licenciaturas de ciências, cujo objetivo é melhorar a qualidade do ensino e estimular a formação de indivíduos com capacidade de compreender as questões científicas, tecnológicas e ambientais contemporâneas. Esta preocupação com o ensino fica evidente em trabalhos como os de Sá *et al.* (2010), Jófili *et al.* (2010), Melo e Silva (2019) e Pauletti *et al.* (2014).

Parte dessa preocupação desponta das dificuldades no ensino apresentadas nos trabalhos de Jófili *et al.* (2010) e Melo e Silva (2019). Melo e Silva (2019) e Jófili *et al.* (2010). Os autores apresentam uma inquietação com as dificuldades de ensino de conceitos abstratos em Biologia e Química. Melo e Silva (2019) se concentram em investigar as dificuldades dos alunos na transição entre os três níveis do conhecimento químico¹. Melo e Silva (2019) descobriram que muitos alunos apresentam dificuldades para compreender a

¹ Os três níveis do conhecimento químico são baseados nos três níveis de percepção da realidade de Johnstone (2010; 2000 [1982]), a saber, o nível macroscópico (tangível; palpável; prático), o nível (sub)microscópico (invisível), e o nível simbólico (matemático; representacional). Esses conceitos serão apresentados mais adiante no texto e na seção 3.2, no entanto, para ampliar o conteúdo, sugiro a leitura de Johnstone: “*The development of Chemistry Teaching*”, *The Forum*, v.70, n.º 9, 1993.

relação entre esses níveis, o que pode limitar a compreensão da química (MELO e SILVA, 2019, p. 310-311, 315-318).

Por seu turno, Jófili *et al.* (2010) investigaram a formação de conceitos abstratos no ensino de biologia, concentrando-se na via glicolítica. Elas descobriram que os alunos apresentam dificuldades para compreender conceitos abstratos, como a glicólise, devido à falta de relação entre esses conceitos e a realidade concreta. As autoras concluíram ser necessário um ensino que estabeleça relações claras entre os conceitos e a realidade para os alunos poderem compreender os processos biológicos (JÓFILI *et al.*, 2010, p.440-444).

A partir de Melo e Silva (2019) e Jófili *et al.* (2010), é possível perceber que a compreensão dos conceitos abstratos pode ser limitada pelo conhecimento prévio do aluno, pela falta de familiaridade com a linguagem científica e pela falta de prática com a representação simbólica dos conceitos². Essas representações simbólicas são importantes para a compreensão dos conceitos abstratos na biologia e em outras áreas científicas, pois permitem aos alunos visualizar e manipular informações de forma mais concreta e organizada, facilitando a assimilação dos conceitos e a resolução de problemas (MELO e SILVA, p. 307-309). A falta de prática ou de familiaridade com as representações simbólicas pode dificultar a compreensão dos conceitos e limitar o desenvolvimento das habilidades científicas dos alunos.

Em ambos os estudos, os autores destacam a importância de se estabelecer relações claras entre os conceitos e a realidade para possibilitar a compreensão dos alunos. Além disso, fica evidente a importância de se trabalhar as concepções prévias e as dificuldades na apresentação de conceitos abstratos para possibilitar a compreensão adequada dos conceitos. Para tanto, precisamos compreender o que são os conceitos abstratos e em que nível de percepção da realidade esses conceitos estão, para podermos relacioná-los.

1.2 Os conceitos abstratos e o ensino de Ciências Biológicas

As ciências são ricas em conceitos abstratos, especialmente à medida que o conteúdo se torna mais complexo e se aprofunda em universos microscópicos e atômicos, como nos fenômenos que propiciam a vida, tanto nas reações quanto em transformações químicas.

² Formas de representação dos conceitos científicos por meio de símbolos, fórmulas, gráficos, diagramas, modelos e outras representações que utilizam linguagens específicas da ciência.

Conforme o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2009, p. 19), ‘abstrato’ é aquilo que não é concreto, resultante da abstração, de tal modo que existe somente no âmbito da imaginação, sem existência material ou concreta, ou seja, “opera unicamente com ideias e suas associações e não diretamente com a realidade” (SÁ *et al.*, 2010, p. 566). Dessa forma, os conceitos abstratos podem ser compreendidos como uma ideia ou conceito baseado em associações e relações simbólicas que se relacionam indiretamente com a realidade concreta. Portanto, são geralmente entendidos a partir de associações e relações simbólicas, ao invés de observações diretas.

Essa compreensão de ‘conceito abstrato’ pode ser notada em Sá *et al.* (2010, p. 570) quando as autoras apontam a dificuldade em construir conceitos em Biologia que necessitam de um plano abstrato para posteriormente ser traduzido por meio da linguagem e ser contextualizado em situações cotidianas, e vice-versa. Ou seja, os conceitos abstratos necessitam de uma interface para serem conectados, o que, conforme Sá *et al.* (2010), seria a linguagem³ tal interface. No entanto, veremos, ao longo do trabalho, que o corpo também é uma interface para a transição entre o abstrato e o concreto.

A partir da compreensão de que os conceitos abstratos geralmente não são entendidos a partir de observações diretas, compreendemos que podem existir dificuldades de aprendizagem dos conceitos abstratos ao serem trabalhados e/ou apreendidos. De acordo com Sá *et al.* (2010, p. 569), uma das dificuldades de aprendizagem é a “falta de informações adequadas para interpretar os fenômenos ocorridos num nível abstrato da formação conceitual”, que dizem respeito às lacunas conceituais.

Neste cenário, os alunos podem apresentar falta de clareza em determinados conteúdos. Conforme Jófili *et al.* (2010) e Sá *et al.* (2010) observaram em suas pesquisas, os alunos apresentaram dificuldade em questões que envolviam abstrações, sem conseguir tanto estabelecer relações entre o universo macroscópico e as funções orgânicas microscópicas, quanto desenvolver um raciocínio lógico que permitisse elucidar a questão proposta.

Com isso, percebemos que o ensino de conceitos abstratos em Ciências Biológicas pode encontrar dificuldades, uma vez que esses conceitos não estão no nível cinestésico e fenomenológico de percepção da realidade. Logo, explorar formas de preencher lacunas

³As autoras se referem à linguagem verbal, ou seja, o uso de palavras que possam expressar as relações que ocorrem no espaço microscópico (SÁ *et al.*, 2010, p. 570).

conceituais é importante para favorecer o processo de aquisição de um determinado conhecimento.

1.3 Os três níveis de compreensão da realidade e os conceitos abstratos

De acordo com Johnstone (1993), perceber a realidade é compreender a estrutura e as propriedades dos materiais, identificar as mudanças que ocorrem na matéria e na energia e relacioná-las com os fenômenos observados. É também conseguir construir modelos mentais que representem a realidade e que possam ser utilizados para prever e explicar fenômenos químicos — ou biológicos. Essa percepção envolve a compreensão dos três níveis de representação que permitem uma compreensão completa dos fenômenos químicos e suas relações com a realidade.

Os conceitos biológicos nos processos de ensino-aprendizagem de ciências podem ser concebidos a partir da construção de representações vinculadas aos três *níveis de compreensão do conhecimento químico* de Johnstone⁴ (1993), a saber, o nível macroscópico, o nível (sub)microscópico e o nível simbólico (MELLO; SILVA, 2019, p. 304-305).

O primeiro nível de percepção da realidade de Johnstone (1993) é o macroscópico, que corresponde ao nível fenomenológico, no qual os fenômenos naturais são observáveis e mensuráveis pelos sentidos humanos, portanto, um nível tangível. O segundo nível, o (sub)microscópico, corresponde aos fenômenos invisíveis a nossa percepção e sentidos, ocorrem ao nível celular e molecular, exigindo o uso de modelos e representações para serem compreendidos. Por último, o nível simbólico, relacionado às fórmulas e equações, às estruturas representativas, abstrações. Tanto no nível (sub)microscópico quanto no simbólico encontramos os conceitos abstratos.

Podemos entender melhor a progressão desses níveis e seus conceitos a partir do nosso próprio corpo. Nossa pele, por exemplo, está no nível macroscópico, pois conseguimos tocá-la, vê-la e senti-la. Ao adentrar mais profundamente em nossa pele, podemos pensar no tecido dérmico e suas camadas — epiderme, mesoderma e endoderma —, nos movimentos e arranjos de moléculas, átomos e partículas etc. Esses elementos são acessíveis a partir de

⁴ Johnstone (1993; 2000) concentrou seus estudos ao ensino e desenvolvimento do ensino de Química, um componente das Ciências da Natureza incluído no currículo do ensino fundamental, como a Biologia (BNCC, 2018, p. 321-322, 547-552). Isso ocorre porque os processos biológicos são regidos por princípios e processos químicos e físicos. Portanto, seus estudos sobre o ensino de Química podem ser aplicados e adaptados ao ensino de biologia.

ferramentas como um microscópio, pois estão ao nível celular e molecular. Logo, adentramos o nível (sub)microscópico. Por último, quando fazemos uma representação esquemática da estrutura dérmica, das estruturas celulares ou representações gráficas do ciclo celular e da replicação do DNA, por exemplo, adentramos o nível simbólico. Isso porque, o terceiro nível é representacional e matemático.

Os níveis de percepção da realidade de Johnstone, podem ser úteis na reflexão sobre a dificuldade do ensino de conceitos abstratos nas Ciências Biológicas, se nota nos trabalhos de Sá *et al.* (2010), Jófili *et al.* (2010), Melo e Silva (2019) e Pauletti *et al.* (2014).

A partir dos estudos dos autores supracitados, podemos entender que os alunos geralmente têm mais facilidade em compreender conceitos que podem ser observados diretamente no nível macroscópico. No entanto, conceitos submicroscópicos, como o funcionamento de uma célula e a mitose, pode ser de difícil compreensão, já que não são visíveis a olho nu. Além disso, os símbolos utilizados para representar esses conceitos abstratos no nível simbólico também pode ser um obstáculo para a compreensão.

Por isso, ao desenvolver estratégias de para o ensino de conceitos abstratos das Ciências Biológicas, é importante considerar esses diferentes níveis de percepção da realidade. As estratégias devem considerar a transição dos conceitos do nível macroscópico para nível (sub)microscópico e para o nível simbólico (e vice-versa), de modo a tornar os conceitos abstratos mais acessíveis aos alunos. A utilização de recursos de diferentes modos semióticos, como discutiremos capítulo 2, pode ser uma forma de transpor os conceitos do nível submicroscópico para o nível macroscópico, por exemplo.

Nesse sentido, os níveis de percepção da realidade de Johnstone são uma ferramenta útil para pensar em estratégias de ensino que contribuam para a transição dos conceitos concretos para os abstratos, tornando-os cognitivamente mais acessíveis aos alunos e, assim, compreenderem os conceitos abstratos das Ciências Biológicas.

1.4 Desafios no ensino de conceitos biológicos abstratos

De acordo com Johnstone (1993), Sá *et al.* (2010), Melo e Silva (2019) e Pauletti *et al.* (2014), a compreensão e conexão entre esses três níveis de percepção da realidade possibilitam o entendimento e o domínio do conhecimento científico, mas existem dificuldades na transição entre os três níveis. Jófili *et al.* (2010) afirmam que a inexistência de

qualidades diretamente visíveis à aprendizagem promove dificuldades comuns do ensino de conceitos abstratos. Além disso, Johnstone (2000) destaca a importância e a enorme dificuldade em ensinar o nível simbólico aos alunos.

Sá *et al.* (2010) compilaram sete dificuldades de aprendizagem dos conceitos submicroscópicos na Biologia (Quadro 1) a partir de uma avaliação diagnóstica aplicada a nove graduandos de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Essas dificuldades conferem lacunas conceituais que podem refletir tanto na apropriação de conceitos macroscópicos quanto microscópicos, uma vez que o nível submicroscópicos é uma interface mediadora entre e dos outros dois outros níveis de percepção da realidade de Johnstone.

Quadro 1 - Dificuldades de aprendizagem no ensino de conceitos em Biologia

Dificuldade	Caracterização
Efeito da distorção	Interpretação distorcida diante de conteúdos científicos abstratos.
Agregação desorganizada	Respostas gerais e vagas a qualquer questionamento, por falsas explicações, utilizando uma única palavra explicativa, funcionando como uma imagem.
Complexidade do conteúdo	São conceitos abstratos, necessário na sua formação, abstrair e isolar elementos, examinando-os separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte.
Lacunas conceituais	Falta de informações adequadas para interpretar os fenômenos ocorridos num nível abstrato da formação conceitual.
Visão fragmentada	Quando reduzem o todo a seus constituintes fundamentais e tentam explicar os fenômenos a partir deles, perdendo a capacidade de entender atividades do sistema na totalidade.
Transição entre níveis de realidade	Dificuldade em transitar do conceito apreendido e formulado a um nível abstrato, a novas situações concretas e vice-versa.
Apartheid cognitivo	Criam um compartimento para o conhecimento científico incompatível com sua visão de mundo, por não significar para sua vida cotidiana.

Fonte: Adaptado de Sá *et al.*, 2010, p. 568-569).

Segundo Sá *et al.* (2010), as dificuldades acima refletem, em algum grau, a falta de internalização dos conteúdos. Segundo as autoras, isso resultante de um ensino fragmentado e descontínuo, que se baseia em “memorização” ao invés de estimular o pensamento científico e aproximar os alunos dos conceitos científicos. Esse distanciamento é ilustrado principalmente pelo ‘apartheid cognitivo’, que ocorre quando o conhecimento científico não é valorizado na vida cotidiana do estudante (Sá et al., 2010, p. 566-569).

Além disso, o conhecimento construído de forma descontínua não abrange a experiência integral do indivíduo, impedindo “a construção da compreensão processual do fenômeno de uma forma orgânica” (Sá et al., 2010, p. 567). Como resultado, os conceitos que deveriam ser integrados e ordenados acabam sendo pouco assimilados e nebulosos, fragmentados e descontínuos.

Para resolver esses problemas, Sá et al. (2010) propõem que as atividades de ensino incluam ou criem situações reais que mostrem o universo macroscópico em conjunto com a simbologia adequada. Simultaneamente, os professores devem explorar diferentes modos semióticos, como imagens, simulações ou animações computacionais, para desenvolver habilidades que permitam aos alunos compreender os níveis submicroscópicos, recorrendo à multimodalidade.

Para desenvolver o entendimento dos conceitos e estimular o processo cognitivo dos alunos, os autores pontuam ser fundamental mobilizar conhecimentos prévios e criar um ambiente criativo e colaborativo. Isso pode ser feito a partir de revisões de aulas anteriores ou propondo uma situação-problema que permita aos estudantes se colocarem na situação e criarem conexões a partir do que já sabem.

As propostas de Sá *et al.* (2010) para incluir situações reais e explorar diferentes modos semióticos em sala de aula fomentam a possibilidade de a Linguística Cognitiva e os Estudos em Multimodalidade serem aplicados na prática pedagógica. A Linguística Cognitiva e os Estudos em Multimodalidade oferecem ferramentas teóricas e práticas importantes para o desenvolvimento de estratégias de ensino de conceitos abstratos que permeiam a biologia. A partir dessas abordagens, é possível entender como o conhecimento é construído e como os alunos podem aprender de maneira mais significativa por meio da exploração de diferentes modos semióticos.

Ao explorar diferentes modos semióticos em sala de aula, como proposto por Sá *et al.* (2010), é possível utilizar ferramentas teóricas e práticas importantes para o ensino de conceitos abstratos na biologia. Nesse sentido, a Linguística Cognitiva e os Estudos em Multimodalidade podem ser aplicados na prática pedagógica, permitindo uma compreensão mais aprofundada de como o conhecimento é construído e como os alunos podem aprender de maneira mais significativa. Com base nesses princípios, o próximo capítulo deste trabalho irá explorar a noção de cognição corporificada à luz da linguística cognitiva.

2 COGNIÇÃO CORPORIFICADA À LUZ DA LINGUÍSTICA COGNITIVA

“Life produces forms.”

“A vida produz formas”

Stanley Keleman

A Linguística Cognitiva é um campo da linguística que considera a linguagem como um meio de conhecimento conectado à experiência humana do mundo (SOARES, 1997, p. 59), assumindo que a interação humana “com o mundo é mediada por estruturas mentais” (SOARES, 1997, p. 63). Enquanto as ciências cognitivas nos ajudam compreender a aquisição de conhecimento sob a perspectiva cognitiva, e a Linguística Cognitiva “se ocupa unicamente da linguagem como um dos meios de conhecimento” (SOARES, 1997, p. 63).

Segundo essa perspectiva, as unidades e as estruturas da linguagem são estudadas como manifestações de capacidades cognitivas gerais, da organização conceitual, de princípios de categorização, de mecanismos de processamento e da experiência cultural, social e individual. Dessa forma, a linguagem é vista como parte integrante da cognição geral, a qual é corporificada, ou seja, os processos cognitivos estão ligados às ações e experiências do corpo (SOARES, 1997, p. 59).

Nessa acepção, Robert Sapolsky (2010) sucinta que a linguagem reflete ‘estruturas’ cognitivas subjacentes⁵, isto é, oriundas de processos cognitivos, tais como o pensamento, a percepção, a memória, a aprendizagem, a atenção. Complementarmente, Rohrer (2007, p. 27) elucida que na Linguística Cognitiva se examina como são fundamentados nossos sistemas

⁵ Trechos retirados da aula “23. *Language*” gravada e ministrada na Universidade de Stanford por Sapolsky (2010). Tradução livre: “*Language is about the underlying cognitive ‘structures’*” e “*Language is not a module very concerned about tongues and ears, it is about cognitive elements*”.

conceitual e linguístico através das “lentes” da corporificação física, cognitiva e social humanas.

Dessarte, Lakoff e Johnson (1980), propõem uma abordagem na Linguística Cognitiva, a partir dos estudos em metáforas⁶, que concebe o corpo e a mente como interligadas e interdependentes, isto é, a mente é qualitativamente semelhante e agregada ao corpo (WEN; JIANG, 2021). Nesse sentido, Lakoff e Johnson propõem a noção de ‘experencialismo’, na qual o corpo e a mente estão unidos, uma vez que a nossa experiência é definida pela natureza dos nossos corpos, pelo ambiente em que vivemos, pelas nossas interações sociais, nossos objetivos e nossa cultura. Ainda, a nossa experiência é o que determina o significado e o nosso entendimento sobre a linguagem. Com isso em mente, os autores sugerem a noção de ‘corporificação’, sobre a qual trataremos a seguir.

2.1 Corporificação

Segundo Johnson (2007 *apud* NASCIMENTO, 2016, p. 30) a mente é uma conquista formada “por meio de nossos significados coordenadamente compartilhados e nossa habilidade concomitante de engajamentos em interações simbólicas”, de modo que não há ruptura entre a cognição e a experiência corpórea. Os conceitos formados na mente são, em sua essência, construídos “com base em nosso sistema sensório-motor” (LAKOFF; JOHNSON, 1999; JOHNSON, 2007).

Nesse sentido, podemos compreender o conhecimento conceitual como corporificado, concordando com Langacker (2008, p. 539-540) quando este afirma que os conceitos são construídos a partir de experiências sensoriais e corporais. Langacker argumenta que o conhecimento conceitual é corporificado, sendo estreitamente ligado às vivências corporais do indivíduo. Essa ideia é essencialmente importante, pois, para a construção de um conceito abstrato, precisamos do corpo como intermediário.

A linguagem expressa conceitos corporificados de diversas maneiras, sendo uma delas por metáforas. Lakoff e Johnson (1980) afirmam que a linguagem reflete as experiências sensoriais e corporais dos indivíduos, e que as metáforas são uma forma de compreender conceitos abstratos a partir de experiência sensório-motoras. Por exemplo, quando usamos expressão linguística metafórica “o tempo voa”, estamos relacionando a experiência de ver um

⁶As metáforas serão exploradas mais adiante no tópico 2.3.

objeto se mover rapidamente no espaço com a passagem do tempo. Essa metáfora é uma forma de expressar um conceito abstrato TEMPO a partir de uma experiência sensório-motora de um OBJETO SE MOVENDO no espaço. Em resumo, a linguagem expressa conceitos corporificados de diferentes formas, inclusive através de metáforas e gestos corporais

A relação entre a imaginação e a ação é crucial para a compreensão da linguagem. Isso ocorre porque, como afirma Langacker (2008), a linguagem é uma forma de expressar conceitos corporificados, ou seja, conceitos que se originam a partir de experiências sensoriais e corporais. Autores como Rohrer (2001), Gallese (2003[2005]), Feldman e Narayanan (2004), sugerem que a compreensão do significado das palavras e dos conceitos é um processo fortemente enraizado na experiência sensorial e motora do corpo. Eles argumentam que a compreensão de conceitos e palavras é baseada na reativação de sistemas neurais usados durante a interação com o ambiente físico. Portanto, o significado das palavras e dos conceitos é representado nos sistemas neurais usados para interagir com o mundo físico, permitindo que as pessoas compreendam a linguagem com base em sua experiência corporal e em seu ambiente físico (ROHRER, 2001; GALLESE, 2003[2005]; FELDMAN, NARAYANAN, 2004).

Nesse sentido, Rohrer (2001), Gallese (2003[2005]), Feldman e Narayanan (2004), a partir de observações de imagens por ressonância magnética funcional (fMRI), perceberam que imaginar e agir compartilham um mesmo substrato neural. Vittorio Gallese (2005), em especial, descobriu que os neurônios-espelhos se ativam não apenas quando uma pessoa realiza uma ação ou observa ações de outrem, mas também quando observa outrem expressando emoções e intenções. Isso levou o autor a assinalar que o sistema de neurônios-espelhos desempenha um papel fundamental na compreensão da linguagem, uma vez que permite que os indivíduos compreendam as emoções e intenções por trás das palavras. Assim, Galesse (2003 [2005]) transmite a ideia de que a compreensão é resultado da atividade interativa e recíproca da mente e do corpo, sendo as vivências corporais inerentes à consciência.

Keleman (1985, p. 11), em seu livro “*Anatomia Emocional*”, afirma que “a vida produz formas”, formas essas que se dão a partir de um processo de organização que dá corpo aos pensamentos e às experiências. Esse corpo é o nosso corpo. Em sua obra, o autor discute como as experiências e os pensamentos dão forma ao corpo, ficando marcadas em nosso corpo

e podendo, de forma dialética, dar corpo às experiências e aos pensamentos. A construção do sentido é resultado do movimento do ser no mundo, da interação de um corpo com o ambiente ao redor e com outros corpos. A significação e a compreensão são alcançadas através da experiência corporal, que molda ‘estruturas flexíveis’ que refletem no pensamento e ajuda o ser a compreender e a dar sentido ao mundo e a outras situações semelhantes. Assim, dessa interação de corpo com o ambiente emergem padrões que conferem sentido ao mundo, a saber, os esquemas imagéticos de Lakoff e Johnson (1980), em “*Metaphors we live by*”, que serão discutidos na próxima seção.

2.1.1 Esquemas imagéticos

“Para conhecer as partes, antes é preciso conhecer o todo”

Desconhecido

Os esquemas imagéticos são baseados em experiências corporificadas, sendo usados para moldar nossa linguagem e pensamento. Nesse sentido, existe uma economia estrutural e uma eficiência em relação ao meio ambiente. Qualquer conceito que abstraia entre “subcasos” semelhantes pode ser considerado um esquema (LANGACKER, 2007). Segundo Johnson (1987), um esquema imagético é:

[...] um padrão recorrente e dinâmico de nossas interações perceptivas e programas motores que dá coerência e estrutura à nossa experiência. O esquema de VERTICALIDADE, por exemplo, surge da nossa tendência de empregar uma orientação de CIMA-BAIXO ao identificar estruturas significativas de nossa experiência. Compreendemos essa estrutura de VERTICALIDADE repetidamente em milhares de percepções e atividade que experienciamos diariamente, tais como perceber uma árvore, nossa sensação de estar de pé, subir as escadas [...]. O esquema imagético de VERTICALIDADE é a estrutura abstrata dessas experiências, imagens e percepções de VERTICALIDADE ⁷ (JOHNSON, 1987, p. xviii).

⁷ Tradução livre. “An image schema is a recurring, dynamic pattern of our perceptual interactions and motor programs that gives coherence and structure to our experience. The VERTICALITY schema, for instance, emerges from our tendency to employ an UP-DOWN orientation in picking out meaningful structures of our experience. We grasp this structure of verticality repeatedly in thousands of perceptions and activities we experience everyday, such as perceiving a tree, our felt sense of standing upright, the activity of climbing stairs. The VERTICALITY schema is the abstract structure of these VERTICALITY experiences, images, and perceptions.”

Logo, os esquemas imagéticos funcionam, de certa forma, “como a estrutura abstrata de uma imagem, e assim conecta uma vasta gama de diferentes experiências que manifestam essa mesma estrutura recorrente”⁸ (JOHNSON, 1987, p. 2).

De acordo com Mark Johnson (1987), os esquemas imagéticos emergem do corpo e estão profundamente enraizados na nossa experiência corporal. Em seu livro “*The body in the mind*”, Johnson (1987) argumenta que a experiência sensorial e motora do corpo é fundamental para a construção de nossas representações⁹ mentais e conceitos. Ele elabora que nossos esquemas imagéticos são multissensoriais, uma vez que os “padrões dessas estruturas emergem como estruturas significativas principalmente ao nível dos nossos movimentos corporais através do espaço, de nossa manipulação de objetos, de nossas interações perceptivas”¹⁰ (JOHNSON, 1987, p. 30). Baseadas em nossas experiências corporais, nossos esquemas corporais servem como uma espécie de modelo subjacente para nossa compreensão e interpretação do mundo ao nosso redor. Assim, para Johnson, os esquemas imagéticos emergem das interações entre o corpo e o mundo, moldados pela nossa história de experiências corporais.

Nesse sentido, conforme Johnson (1987, p. 29) os esquemas imagéticos são estruturas organizadoras da nossa experiência e compreensão, e identifica os esquemas imagéticos como estruturas contínuas de uma atividade organizada. Johnson argumenta que apesar de serem estruturas definitivas, os esquemas imagéticos são dinâmicos em dois aspectos importantes: a) por serem estruturas de uma atividade a qual organizamos nossas experiências de modo que possamos compreender, configurando significados primários, os quais construímos ou constituímos ordem e b) são estruturas flexíveis a fim de compor diferentes instâncias em contextos variados, ou seja, a ideia é que os esquemas imagéticos podem ser maleáveis de modo a fazer sentido em situações similares, mas diferentes, que apresentam estruturas

⁸ Tradução livre. “Image schema is a dynamic pattern that functions somewhat like the abstract structure of an image, and thereby connects up a vast range of different experiences that manifest this same recurring structure” (JOHNSON, 1987, p. 2).

⁹ Johnson (2007, p. 117-119, 121-122) define representações mentais como formas mentais que refletem a realidade interna ou externa, sendo usadas para organizar percepções e pensamentos. Ele destaca que a compreensão do mundo é moldada por experiências corporais e sensoriais, e as representações mentais são construídas a partir dessas experiências. Assim, Johnson (2007) propõe uma abordagem integrada, diferentemente da noção tradicional de representação que sugere uma cisão entre mente e corpo.

¹⁰ Tradução livre.

fundamentais recorrentes. Por isso, por essa aplicabilidade em situações diferentes, mas similares, os esquemas imagéticos nos servem para compreender conceitos abstratos.

Para ilustrar, tomemos como exemplo o esquema imagético PARTE-TODO que se refere à nossa compreensão de como as partes de um todo se relacionam entre si para formar o todo. Podemos perceber como o esquema PARTE-TODO pode ser usado em diferentes contextos da biologia. Na anatomia humana, o corpo humano é composto por várias partes, como a cabeça, o torso e os membros e suas partes (ex. o dedo, que faz parte da mão, que faz parte do braço, que faz parte do torso etc.), que trabalham juntas para formar o todo: o corpo humano. Os ecossistemas também podem ser vistos como exemplos de esquema PARTE-TODO. Um ecossistema é composto por vários componentes, como o solo que filtra a água da chuva, que forma lençóis freáticos e que contribuem para o desenvolvimento de uma planta, que será alimento para outro ser vivo etc. Todos esses elementos trabalham juntos para formar o todo que é o ecossistema.

Como Vygotsky defende (1991, p. 22-25, 39-41) interação também é um fator crítico na aquisição de conhecimento, especialmente no ensino. Quando duas ou mais pessoas se comunicam, elas usam linguagem para ativar os esquemas imagéticos na mente do interlocutor. Isso permite que as ideias sejam compreendidas de maneira mais clara e significativa. Conforme Vygotsky (2001, 35-36, 50-51), a interação também cria oportunidades para o diálogo, o questionamento e a reflexão, ajudando a aprofundar a compreensão e a fixação dos conhecimentos adquiridos. Em resumo, a interação é o catalisador e o fomentador de aprendizagem, pois permite que as construções linguísticas sejam usadas para ativar os esquemas imagéticos na mente do interlocutor, promovendo a compreensão e a retenção das informações.

Jordan (1997, p. 127-128, 130), sugere que os *esquemas imagéticos* são mecanismos antecipatórios para estruturas de simulação do espaço-tempo que constituem a base conceitual da linguagem conforme sua estrutura simulatória para eventos complexos é conectada por meio de vantagem seletiva a representação simulada da realidade.

Nesse sentido, os esquemas imagéticos são usados analogamente para expressar ideias ou outras situações. Os esquemas imagéticos, estruturas perceptuolinguísticas (ROHRER, 2007, p. 37), são onipresentes na linguagem humana (LAKOFF, 2018), especialmente na

estruturação de conceitos abstratos — tão centrais à compreensão humana segundo Lakoff e Johnson (1983; 1998; 1999; 2000; 2018; 2022).

Outro nível de conceptualização da nossa que está intrinsecamente conectado aos *esquemas imagéticos* e operaram ao nível inconsciente da cognição será discutido na seção seguinte.

2.1.2 Pensamento Metafórico

A metáfora conceptual é um mecanismo cognitivo de conceptualização. Precisamente, uma metáfora conceptual, conforme a teoria proposta por Lakoff e Johnson (2002, p. 45-47), é uma forma de compreender um conceito abstrato em termos de outro conceito mais familiar, mais concreto. Os autores explicam que usamos nossa experiência física e sensorial para compreender conceitos abstratos. Para fazer isso, usamos metáforas conceptuais que conectam conceitos abstratos a conceitos concretos que podemos ver, tocar e sentir.

Lakoff e Johnson (2002[1980]) argumentam que as metáforas conceituais são estruturas cognitivas fundamentais que influenciam o modo como pensamos, sentimos e nos comportamos. Nesse sentido, as metáforas permitem que imagens mentais convencionais de domínios sensório-motores sejam mapeados para estruturar domínios de experiência subjetiva (SOARES, 1997, p. 40; LAKOFF, JOHNSON, 1999, p. 50). Essa compreensão metafórica ajuda a criar conexões entre conceitos aparentemente distintos e expressar ideias de forma mais vívida e ressonante.

Por exemplo, a metáfora conceptual “COMPREENDER É SEGURAR”, as estruturas inferenciais do ato físico de SEGURAR são mapeadas para o conceito abstrato de COMPREENDER. Isso permite que a estrutura interna do esquema “SEGURAR” seja ativada e usada para raciocinar e realizar inferências sobre o que significa compreender uma ideia, uma sentença ou uma teoria. De acordo com essa metáfora, se você não consegue segurar um objeto, não pode controlá-lo ou usá-lo. Da mesma forma, se você não consegue compreender uma ideia, ela fica fora do seu alcance (JOHNSON, 2007 *apud* NASCIMENTO, 2016, p. 35-36).

Quadro 2 - Mapeamento da metáfora conceptual “COMPREENDER É SEGURAR”

COMPREENDER É SEGURAR	
Domínio fonte (segurar)	→ Domínio alvo (compreender)
Objeto segurado	→ Ideia/conceito compreendido
Segurar um objeto	→ Compreender uma ideia
Firmeza no aperto do objeto	→ Profundidade de compreensão
Perda da posse do objeto	→ Falha ao compreender
Objeto fora do alcance	→ Ideia que não pode ser compreendida

Fonte: Johnson (2007, p. 166 *apud* NASCIMENTO, 2016, p. 35)

A conexão das metáforas conceptuais e os esquemas imagéticos está no capítulo “*The Metaphorical Projection of Image Schemas*” do livro “*The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*” (1987) de Johnson quando ele fala de projeção metafórica. O autor argumenta que a projeção metafórica dos esquemas imagéticos é um processo cognitivo pelo qual tais esquemas são estruturam as metáforas conceptuais. Ou seja, é uma forma de construir significados a partir da conexão entre a experiência sensorial e o pensamento abstrato.

Essa projeção metafórica estabelece uma relação entre duas coisas distintas, mas que possuem alguma similaridade ou analogia (COMPREENDER e SEGURAR, DISCUSSÃO e GUERRA, TEMPO e RIO, etc.) sendo utilizadas para construir sentidos e conceitos abstratos.

Nesse sentido, as metáforas podem rapidamente criar uma compreensão comum e compartilhada a cerca de diversos conceitos, sistemas e processos. Nesse sentido, podem e ajudam no ato de imaginar e visualizar conceitos biológicos, como, por exemplo, “A CÉLULA É UMA FÁBRICA”. Essa metáfora é usada para ilustrar o funcionamento interno da célula e sua organização estrutural. Assim como uma fábrica possui diferentes departamentos que trabalham juntos para produzir um produto final, a célula possui diferentes organelas que trabalham juntas para manter sua função vital. A membrana celular funciona como uma cerca que controla a entrada e saída de substâncias, enquanto o núcleo é como um centro de controle que armazena e protege o material genético.

Podemos concluir então que as metáforas refletem uma estrutura fundamental de como construímos nossas ideias, baseadas em esquemas imagéticos. Essa estrutura é possibilitada pelo nosso corpo, o qual é o veículo por meio do qual experienciamos o mundo, portanto, nossas experiências são incorporadas em nossa cognição. Dessa forma, nossas metáforas e linguagem corporificam nossas experiências e estruturas de pensamento, influenciando a maneira como entendemos e nos comunicamos sobre o mundo ao nosso redor.

Entendemos que as metáforas são uma maneira de expressar ideias complexas multimodalmente, combinando aspectos sensoriais, emocionais e cognitivos, a fim de melhorar a compreensão e a comunicação. Vivenciamos o mundo por meio de uma experiência multimodal, que combina informações sensoriais, cognitivas e emocionais, permitindo-nos criar um significado mais completo e rico das experiências que temos.

As formas criam vida e sentido; o corpo cria significados através de seus cinco sentidos, em uma experiência multimodal. Esse aspecto multimodal é o assunto discutido a seguir.

2.2 Multimodalidade

O aspecto de multimodalidade, atribuído anteriormente à experiência, se refere, conforme Kress *et al.* (2014, p. 13-19), ao uso de múltiplos modos de comunicação (canais semióticos), como palavras, imagens, gestos, tom de voz, expressões faciais, sons e outros elementos visuais e auditivos, para criar significado e transmitir uma mensagem. Essas diferentes formas de expressão são processadas pelo cérebro e integradas em uma experiência significativa (KRESS *et al.*, 2014, p. 33, 35, 40).

A multimodalidade se refere à combinação de diferentes modos semióticos para criar significado. Portanto, ela envolve a utilização diferentes formas de expressão para transmitir uma mensagem ou ideia. Portanto, a multimodalidade tem uma forte ligação com a cognição, pois o processamento de diferentes formas de expressão multimodal envolve a combinação de informações sensoriais, emocionais e cognitivas, permitindo que diferentes áreas do cérebro sejam ativadas, como visto anteriormente, ilustrado pelos neurônios espelhos (GALESSE, 2003, p. 1234; FELDMAN, NARAYANAN, 2004). Além disso, como vimos, a multimodalidade é característica inerente dos esquemas imagéticos, visto que são oriundos de canais multissensoriais.

Conforme Lakoff e Johnson (2002), os esquemas imagéticos e o pensamento metafórico não são apenas linguísticos, pois suas construções são corporificas: incluem gestos, imagens, etc. Um exemplo de gesto metafórico é o gesto de “ligação”. Quando estamos nos referindo ao “elo” entre duas coisas, "conectar" ou “ligar” ideias/coisas, é comum unir os dedos de ambas as mãos em pinça e entrelaçá-los para expressar ligação (FIGURA 1.1) (GRIGOL, 2015, p. 16).

Figura 1.1 – Gesto metafórico de “ligação”.



Fonte: Da autora.

Esse gesto é uma metáfora que utiliza a Figura 1.1 para representar o ato de pensar ou refletir sobre algo, uma forma de comunicação não verbal que também é corporifica, pois envolve a ação física de mover a mão para o queixo. Esse gesto ilustra como a metáfora não está limitada ao âmbito linguístico, mas pode ser expressa por gestos e outras formas de expressão corporal. E, de acordo com Lakoff e Johnson (2002), essas formas de comunicação não verbal são igualmente importantes para a compreensão e a expressão de conceitos abstratos.

Assim, a comunicação também pode ser dita multimodal, uma vez que envolve a combinação de diferentes formas de expressão corporal e interação para formar os esquemas imagéticos e o pensamento metafórico, como vimos anteriormente. Desse modo, a multimodalidade tem implicações importantes para a Linguística Cognitiva e para o entendimento do processo de produção e compreensão da linguagem e aquisição de conhecimento.

Segundo Kress *et al.* (2014, p. 53), uma abordagem semiótica multimodal e social parte do pressuposto que ‘a comunicação visual, gestual e a própria ação evoluíram através de

seu uso social em sistemas semióticos articulados ou parcialmente articulados da mesma forma que a linguagem¹¹. Dessa forma, é importante considerar uma abordagem multimodal na comunicação e no ensino, como Kress *et al.* (2014, p. 161-167) propõe em “*Multimodal Teaching and Learning*”, permitindo que as pessoas processem informações de maneiras mais ricas e complexas. É exatamente isso que discutiremos no tópico seguinte, como a multimodalidade pode ser explorada no processo de ensino a partir de Gutter Kress *et al.* à luz de uma perspectiva corporificada.

2.2.1 A Multimodalidade na Aprendizagem

Como mencionado antes, a cognição não está restrita ao cérebro; ela está no corpo. Conforme Varela *et al.* (1993, p. 139–140, 149–150), o Sistema Nervoso é estendido pelo corpo, e a experiência é moldada pelo sistema nervoso.

Lakoff (2013[1999]) aponta outro aspecto importante sobre os circuitos neurais pré-existentes para a compreensão de algo novo. Eis, então, a importância dos esquemas imagéticos, das metáforas e do conhecimento prévio. Esse é o ponto de partida, uma vez que:

Quando o estudante enfrenta um novo conteúdo a ser aprendido, sempre o faz armado com uma série de conceitos, concepções, representações e conceitos adquiridos no decorrer de suas experiências anteriores (COLL, 2001, p. 61 *apud* SÁ *et al.*, 2010).

Isso sucinta, que se um indivíduo nunca ouviu falar em conceitos como *cromossomos*, *genes* e *pares homólogos*, pode não compreendê-los. No entanto, se partimos de algo que eles conhecem, como pegar a imagem de um livro de receitas, que contém instruções de como fazer diferente tipos de pratos para diferentes ocasiões, e relacionarmos com o conceito de DNA (O DNA é uma receita), aproximamos o conceito do aluno. Assim, se este indivíduo possui um circuito neural para a compreensão de *célula*, *núcleo* e *centro de informação* ou *banco de dados*, o entendimento tem uma via acessível.

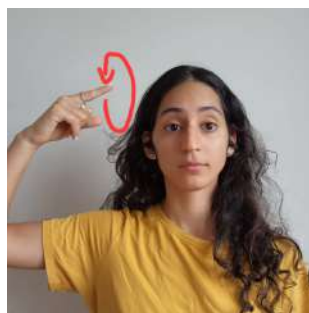
Desse modo, o ponto de partida tem que estar perto o suficiente do que se está tentando entender, tem que ser compreensível, senão, não fará sentido. Dessarte, quando ensinamos é importante saber o que as pessoas sabem, saber por onde começar, quais *esquemas imagéticos*

¹¹Tradução livre. Trecho original: “A multimodal and social semiotic approach starts from the position that visual communication, gesture, and action have evolved through their social usage into articulated or partially articulated semiotic systems in the same way that language has” (KRESS *et al.*, 2014, p.53).

e *metáforas* farão sentido, por exemplo, o “DNA é um livro de receita”. Uma projeção metafórica seria que o gene contém as informações necessárias para *fazer* uma proteína.

Se a cognição está no corpo e a linguagem é uma capacidade cognitiva, podemos concluir que a linguagem também está distribuída pelo corpo. Por conseguinte, a linguagem dispõe de outros canais semióticos para a produção de significados. Um desses canais são os gestos, e estes “correspondem a movimentos veiculadores de sentido” (AVELAR *et al.*, p. 321) que podem ser usados para “representar ações, objetos, propriedades, relações espaciais e temporais”, ou atuar como atos de fala (AVELAR *et al.*, p. 323). O sentido dos gestos emerge do fluxo de interação, pode adquirir significados momentaneamente em pequenos grupos, ou em um momento de fala, ser uma conceptualização cultural, metáforas gestuais (Figuras 1.1, 1.2).

Figuras 1.2 – Gesto metafórico de “loucura”.



Fonte: Da autora.

A linguagem tem caráter interacional, que se refere à capacidade de permitir a comunicação e interação entre os indivíduos, uma característica para algo que incorre mais de um modo semiótico. A interação estabelece relações entre as pessoas, permitindo a comunicação e a interação social. Assim, a linguagem, enquanto faculdade do ser humano, é naturalmente multimodal, e a comunicação/interação, no que lhe concerne, também é multimodal, uma vez que envolve a utilização de múltiplos canais e modalidades. Sendo assim, a linguagem pode ser usadas para expressar sentimentos, pensamentos, desejos, necessidades e intenções, além de permitir a troca de informações e a negociações entre os indivíduos.

Desse modo, uma vez que a educação em sala de aula se dá em uma interface comunicativa de linguagem verbal e não-verbal, podemos afirmar que a aprendizagem

também é multimodal, uma vez que explora não somente os cinco sentidos humanos, como também inúmeros sistemas de significação. O processo de aprendizagem é um dinâmico processo de construção de significado (*sign-making*) pela semiótica social. Processo, o qual, Kress e Jewitt *et al.* (2014, p. 167) sustentam não ser puramente uma realização linguística, mas multimodal.

Segundo Kress e van Leeuwen (2006, p. 167-168), a multimodalidade consegue criar uma “gramática visual” que permite a construção de significados por meio da combinação de diferentes modos semióticos. Por isso, a interação multimodal é vista como uma forma de comunicação que se baseia na combinação desses modos para comunicar mensagens e estabelecer relações sociais.

Tendo isso em mente, Kress *et al.* (2000) e Jewitt *et al.* (2001) defendem a tese de que a multimodalidade deve ser incorporada ao ensino por diversas razões. Kress (2000), defende que a multimodalidade cria formas de comunicação e interação social. O autor argumenta que vivemos em uma sociedade cada vez mais visual e multimodal e que a educação deve considerar essas mudanças para formar alunos capazes de lidar com a complexidade da comunicação contemporânea. Além disso, para ele, a multimodalidade poder ser usada como ferramenta pedagógica para incentivar a participação e a interação dos alunos, permitindo a construção de um conhecimento coletivo e compartilhado.

Jewitt *et al.* (2001), por seu turno, argumentam que a multimodalidade é uma característica intrínseca do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o conhecimento é construído por meio da combinação de diferentes modos semióticos. Ambos os autores propõem que os professores considerem a multimodalidade e utilizem diferentes modos de comunicação em suas aulas, para tornar o ensino mais dinâmico e participativo.

Uma vez que temos a linguagem como janela dos processos cognitivos e forma de aquisição e partilha de conhecimento, bem como fenômeno multimodal, percebemos que a multimodalidade permeia o ensino e a aprendizagem. Kress *et al.* (2000) argumentam que a abordagem multimodal pode tornar o ensino mais acessível e interessante para os alunos, uma vez que explora diferentes modos semióticos e de interação, podendo tornar o ensino mais atraente, bem como permitindo que os alunos se envolvam na construção de um conhecimento mais significativo. Uma abordagem educativa multimodal, segundo os autores, diz respeito à

combinação de diferentes modos semióticos como o uso de imagens, vídeos, sons, textos, gestos, etc.

No entanto, como Kress *et al.* (2000, p. 340) defende, a abordagem multimodal apresenta inúmeras implicações para os educadores. Essas implicações se concentram em realizar o ensino multimodal de forma sistêmica e reflexiva, de como os modos semióticos estão sendo usados, quais são mais adequados para uma determinada atividade e o que cada modo possibilita. Explorando as diferentes demandas cognitivas e representacionais que específicos modos repousam sobre os alunos. Apesar de que, segundo os autores, os pontos apresentados por eles estarem implícitos no ensino, geralmente são inacessíveis e estão ao nível da intuição.

Jewitt *et al.* (2001) defende que a utilização de diferentes modos de comunicação no ensino pode facilitar a compreensão e a produção de informações por parte dos alunos, permitindo que eles construam conhecimentos de forma mais eficaz e significativa.

Os autores demonstram que o processo de construção de um conceito envolve agrupamento, seleção, adaptação e transformação de informações entre os modos semióticos; cada modo permitindo que a informação seja expressa e estendida de formas específicas (JEWITT *et al.*, 2000, p. 8-16). No processo de aplicação do plano pedagógico trazido pelos autores, Jewitt *et al.* (2000, p. 16) concluem que a entidade visual do conceito “*cells*” foi negociada entre os conhecimentos cotidianos e científicos.

Ainda, segundo Jewitt *et al.* (2000), a multimodalidade aplicada em sala de aula pode servir para explorar os diferentes aspectos do significado de um conceito, de modo a perceber suas diferentes funções. Desse modo, a abordagem multimodal expande noções do processo de ensino para além do trabalho da fala e da escrita, compreendendo que existem outros elementos presentes nesse processo e devem ser explorados (JEWITT *et al.*, 2000, p. 16-17). Nesta perspectiva, discutiremos a seguir a importância dessa perspectiva para o ensino.

2.3 A importância da abordagem corporificada e da multimodalidade para o ensino

A abordagem corporificada e a multimodalidade são importantes para o ensino por algumas razões. Em primeiro lugar, como vimos, elas reconhecem que o aprendizado é um processo holístico, que envolve o corpo e a mente. Isso significa que a aprendizagem não é apenas um processo intelectual, mas também envolve aspectos sensoriais, perceptivos,

emocionais e sociais. Ao incluir o corpo e a multimodalidade no processo de ensino, os alunos têm a oportunidade de explorar e experimentar o conhecimento de maneira mais ampla e significativa.

Além disso, a abordagem corporificada e a multimodalidade permitem que os alunos sejam mais engajados e participativos no processo de aprendizagem. Ao utilizar diferentes modos de comunicação, como imagens, sons, gestos e movimentos corporais, os alunos podem expressar suas ideias e opiniões de maneira mais diversa e rica, o que pode enriquecer o processo de construção do conhecimento.

A abordagem corporificada e a multimodalidade também permitem que os alunos aprendam de maneira mais eficaz, uma vez que a utilização de diferentes modos de comunicação pode tornar o processo de ensino mais interessante e acessível. Os alunos são incentivados a explorar e experimentar o conhecimento de maneiras diferentes, o que pode ajudá-los a compreender conceitos complexos de maneira mais clara e profunda.

Por fim, a abordagem corporificada e a multimodalidade são importantes porque refletem a realidade da comunicação contemporânea. Vivemos em uma era em que a comunicação explora ainda mais recursos semióticos outrora pouco explorados em sala de aula, tais como vídeos, sons, gestos e movimentos corporais. Ao incorporar e explorar intensamente a multimodalidade no processo de ensino, os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades comunicativas mais amplas e sofisticadas, que podem ser úteis em suas vidas pessoais e profissionais.

2.3.1 Multimodalidade, interdisciplinaridade e biologia

A fim de agregar a abordagem corporificada trazida ao longo deste trabalho e partindo do entendimento de que “a referência fundamental da existência humana é a prática” (SEVERINO, 2008, p.33), a proposta pré-pedagógica requer, além de um caráter multimodal, um caráter interdisciplinar. As abordagens corporificada e multimodal destacam a importância da combinação de diferentes modos semióticos, implicando em integrar diferentes áreas de conhecimento e formas de expressão para fornecer uma experiência de aprendizagem significativa e completa para os alunos. A perspectiva interdisciplinar permite a combinação de diferentes disciplinas e habilidade, oferecendo uma abordagem mais rica.

Severino (2008, p. 33-38) afirma que o agir é que molda o ser; “o agir é a mediação construtora do ser”. Nesse sentido, compreendemos que a existência, a essência e o sentido do ser se dá a partir do fazer, um hipérbato da icônica frase de René Descartes (1637) “*Cogito, ergo sum*” (“Penso, logo existo”)¹². Assim, poderíamos dizer que *porque agimos, pensamos*, uma vez que a energia gerada pela atividade produz resultados que podem e geram estratégias de sobrevivência e ativar esquemas imagéticos, por exemplo. E, *porque agimos, pensamos*, delineamos fins, preceitos, instruções e referências para a ação, pois, segundo Severino (2008), “o saber é estratégia da prática.

Ainda, Severino (2008) estabelece que a prática educacional deve ser analisada frente às modalidades de sua prática. O vínculo do conhecimento pedagógico com a educação como prática é estabelecido pelo caráter interdisciplinar, concluindo — mais uma vez — que a função do conhecimento é substantivamente intencionalizar a prática.

Por fim, se temos o agir como mediador da consciência, da subjetividade do ser e, nesse sentido, o ser nasce incrustado no fazer, o pensar é corporificado. Não se é sem um corpo. Não se é sem o agir, sem experienciar o mundo com o corpo e seus sentidos — seus diferentes modos de interação com o mundo. O caráter interdisciplinar se encontra no trânsito da formação do conhecimento: prática intencionalizada e cultura. E pelo fato de o conhecimento ser história, é cultura e é indivíduo, legitimado pela prática, a constituição de sentido não se dá por mera explicação expositiva da experiência: mente-mente. Têm-se um mediador: o corpo. Assim o que ocorre é:

[...] *uma construção histórica e coletiva pelos sujeitos*. O conhecimento individual se dá sobre o fundo de uma experiência radicalmente histórica e coletiva que lhe é anterior e que lhe serve de matriz placentária [...] que vai se complexificando pela contínua articulação de novas experiências, já tornadas possíveis pelas experiências passadas e acumuladas (SEVERINO, 2008, p.35).

Nesse sentido, a biologia, a linguística cognitiva e a multimodalidade se articulam de maneira interdisciplinar por meio de uma abordagem holística e integrativa para o estudo da linguagem. A biologia fornece a base para a compreensão dos processos biológicos e neurológicos subjacentes à linguagem, como a simulação mental e a ativação dos neurônios-espelho. A Linguística Cognitiva fornece uma estrutura teórica para a compreensão

¹² No texto original: “*Puisque je doute, je pense; puisque je pense, j'existe*”

dos processos cognitivos envolvidos na produção e compreensão da linguagem, incluindo o papel dos conceitos corporificados e da metáfora conceptual. A multimodalidade, no que lhe concerne, permite a análise de como a linguagem é expressa por meio de diferentes modalidades, como gestos, expressões faciais e entonação, e como essas modalidades interagem com a linguagem verbal para transmitir significado.

Ao integrar essas três disciplinas, podemos ter uma compreensão mais ampla e complexa da natureza da linguagem e do seu papel na cognição humana. Isso pode ter implicações importantes em várias áreas, como no desenvolvimento da linguagem, na aquisição de uma segunda língua, na compreensão de linguagem em contextos multiculturais e na terapia da fala. Além disso, a interdisciplinaridade entre essas áreas pode levar a novas descobertas e avanços em nossa compreensão da natureza humana e do papel da linguagem na nossa vida cotidiana.

3 UMA PROPOSTA PRÉ-PEDAGÓGICA

A partir do arcabouço teórico discutido *a priori* e fundamentada na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (2018), do Currículo Nacional Comum de Minas Gerais (2018) e do Plano de Curso de 2023 do governo de Minas Gerais (2022), foi elaborado uma proposta pré-pedagógica sobre o tópico “Divisão celular”, abordando especificamente a mitose.

A proposta pré-pedagógica é uma sequência didática de duas aulas e construído com base nas habilidades específicas das Ciências da Natureza e da Biologia da BNCC. Alguns conceitos prévios já trabalhados em aulas anteriores são retomados para dar continuidade ao conteúdo.

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi trabalhar conceitos abstratos como célula, DNA, cromossomos e fases da divisão celular de uma forma corporificada e multimodal, abrangendo diferentes níveis de percepção da realidade (JOHNSTONE, 1993).

3.2 A proposta pré-pedagógica

Essa sequência didática aspira apresentar aos alunos o processo de divisão celular mitótica, desde a origem e desenvolvimento de cada ser humano até a formação de trilhões de células a partir de uma única célula. Os alunos serão introduzidos aos conceitos-chave:

gameta, haploide, diploide, cromossomos, zigoto, cromátides irmãs, DNA, replicação, nucléolo, interfase, G1, S, G2, prófase, fuso mitótico/centrossomo, carioteca, metáfase, anáfase e telófase.

A ênfase será dada às fases da divisão celular mitótica e aos conceitos abstratos-chave — interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase, que serão apresentados e construídos com os alunos. Serão apresentadas as etimologias dos conceitos-chave e serão elaborados gestos coletivamente para auxiliar na construção e atribuição de significado.

A sequência didática também inclui uma discussão sobre “quem/o que realiza esse tipo de divisão, quando e o porquê” e como esse conhecimento contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e compreensão de doenças.

Espera-se que essa abordagem permita que os alunos compreendam a complexidade do processo de divisão celular e como ele é fundamental para o desenvolvimento dos seres vivos. Além disso, a discussão sobre a importância desse conhecimento para o desenvolvimento de novas tecnologias e compreensão de doenças ajuda a contextualizar o assunto e torná-lo mais relevante para a vida cotidiana dos alunos.

Ao final da sequência didática, espera-se que os alunos possam entender o processo de divisão celular mitótica, bem como os conceitos-chave envolvidos. Espera-se que eles também consigam relacionar esse conhecimento com sua vida cotidiana e entender a importância desse conhecimento para o desenvolvimento da ciência e tecnologia.

PLANO DE AULA

Um quebra-cabeça de 37 trilhões de peças

Disciplina(s): Ciências/Biologia

Série(s): 9º ano do E.F./ 1ª/3ª série do E.M.

Tópico: Divisão Celular

Conceitos e conteúdos envolvidos:

1. Prévios: Células e organização celular e funções do núcleo celular, DNA, gametas, cromossomos, cromossomos sexuais/vegetativos (X, Y), cromossomos somáticos, embrião/zigoto.
2. A serem trabalhados: ciclo celular, divisão celular, mitose, células somáticas [células germinativas], diploide e haploide, interfase, G1, S, G2, prófase, metáfase, anáfase, telófase, citocinese, fuso mitótico, cromátides irmãs, cromossomos homólogos.

Tempo da sequência didática:

- 2 aulas:
 1. A mitose: como as células se multiplicam
 2. A mitose: uma representação corporal da mitose

Habilidades da BNCC:

- Habilidades mobilizadas anteriormente:
 1. (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
 2. (EF09CI63MG) Identificar na estrutura de diferentes seres vivos a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas, reconhecendo as funções de cada estrutura celular.
- Habilidades “novas”:
 - (EF09CI65MG) Reconhecer a importância da mitose nos processos de reposição das células do corpo, no desenvolvimento embrionário e na reprodução de seres vivos unicelulares.
 - (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Objetivos:

1. Identificar as fases da mitose;
2. Reconhecer as características de cada fase;
3. Compreender o processo de divisão celular;
4. Compreender quem/o que realiza esse tipo de divisão e por quê;
5. Discutir com esse conhecimento contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e a compreensão de doenças.

AULA 1 - A mitose: como as células se multiplicam**Materiais**

- Lousa ou quadro negro e ferramenta de escrita/apresentação digital (ex. PowerPoint)
- Material didático 1 (FIGURA 2.1) — espermatozoide, óvulo, zigoto
- Material didático 2 (FIGURA 2.2) — e moedas de núcleo
- Material didático 3 (ANEXO A) — “Represente o que foi discutido: como a célula se divide” ou uma folha de papel em branco
- Material didático 4 (ANEXO B) — “Esquema da divisão celular”

Os materiais didáticos 1-4 podem ser utilizados de diferentes formas em sala de aula. Eles podem ser reproduzidos em tamanho adequado para serem entregues aos alunos, ou ainda, serem apresentados pelo professor no quadro ou em slides. Além disso, é possível reproduzi-los em dimensões maiores para que toda a turma visualize as figuras com clareza, mesmo a uma distância maior.

Organização da turma:

A turma pode estar na disposta na configuração padrão.

Desenvolvimento:

1. Antes do início da aula, separe no quadro ou na lousa um espaço para escrever os conceitos a medida que forem aparecendo.
2. Em outro espaço desenhe um espermatozoide, um óvulo e um zigoto (use o material didático 1 como exemplo).

3. Em outro espaço faça um esquema incompleto da mitose (use o material didático 4 como exemplo). Ou monte uma apresentação de slide para poupar o tempo.

Momento 1 Introdução – 5 minutos

- Introduza a aula com o tema da aula: “Hoje falaremos de Divisão Celular”.
- Pergunte aos alunos se já se machucaram e peça para que um ou dois deles contem como machucaram e o que fizeram para curar (ex. “Mas antes de tudo, quem aí já se machucou?”). Mostre um machucado, uma cicatriz ou peça para que alguns alunos que tiveram algum machucado, mostrem. Se estiver usando uma apresentação de slides, mostre uma foto de uma cicatriz ou uma “videocassetada” (Atenção: use imagens de feridas leves, escoriações ou pequenos cortes).
- Pergunte a eles como a ferida cicatrizou, se há cicatriz e como a pele “voltou”.

Momento 2 Apresentação: Refletindo sobre nosso corpo e as células – 5 minutos

- Pergunte aos alunos do que eles e outros seres vivos são formados. Ao falarem “Célula”, escreva a palavra no espaço reservado no quadro.
- Pergunte quantas células eles pensam que existem no corpo humano. Explique que esse número foi estimado em cerca de 30 trilhões para um adulto de 70 kg. Você também pode mencionar que há mais microrganismos em um corpo humano do que células humanas ($\sim 34 \times 10^{12}$ micróbios).

Momento 3 – 7 minutos

- Pergunte aos alunos se sempre tivemos essa quantidade de células, se as células são pequenas quando estamos na barriga da nossa mãe e depois vão crescendo à medida que crescemos. Quando surgir a palavra “divisão” ou “multiplicação” pergunte como isso ocorre.
- Escute-os e anote em um canto do quadro quando os conceitos da aula forem surgindo, anote-os no espaço reservado.
- Complete a lista e pergunte se reconhecem todas aquelas palavras.

- Ao final, proponha um desafio: conectar todas ou o máximo das palavras no quadro em um texto, para ser entregue na aula seguinte, explicando a divisão celular (use o gesto). Essa atividade pode ser usada como diagnóstico do que foi compreendido a partir desta aula.

Momento 4 – 7 minutos

- Distribua/apresente o material didático 1 ou desenhe no quadro. Revise de onde vêm os gametas e que quando se unem eles formam o zigoto.

Figura 2.1 – Material didático 1.

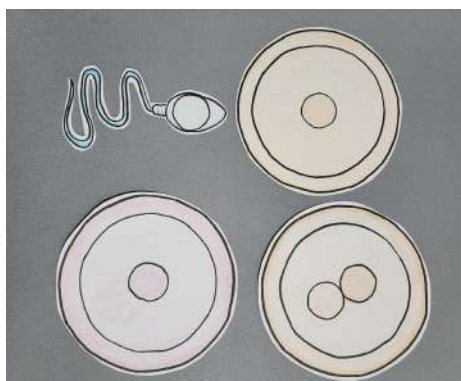
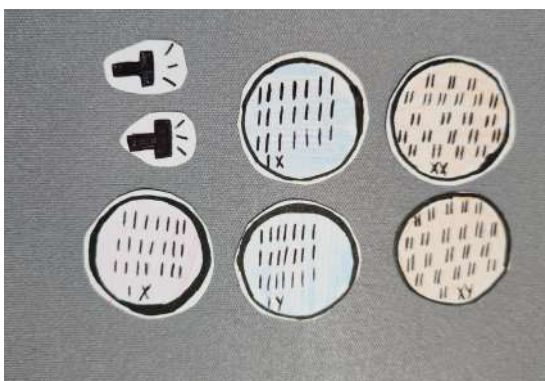


Figura 2.2 – Material didático 2.



Fonte: Da autora.

- Use o material didático 2 (moedas de núcleo celular) e/ou desenhe um núcleo nas representações do quadro: explique que os gametas têm 23 cromossomos (haploides), sendo que um deles é sexual (X ou Y no espermatozoide; X no óvulo). Diga que em cada um desses cromossomos, há o DNA, só que “bem enroladinho” — condensado.
- Se não surgir a reflexão que o “pai é quem define o sexo da criança”, levante o questionamento, explique que XX é feminino, XY é masculino.
- Pergunte aos alunos e peça-os para imaginarem que aqueles gametas nas mãos deles são os que deram origem a eles: quais seriam os cromossomos do interior

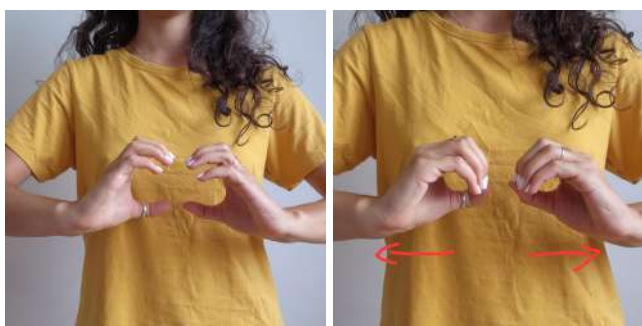
dos gametas deles? Peça-os que escrevam os cromossomos (faça um exemplo no quadro).

- Explique serem haploides os gametas e a quantidade de cromossomos nestas células são representadas pela letra “n”.
- Na sequência, use o material didático 1 para simular a fertilização do ovo e reflita com eles o que acontece com os cromossomos, faça as contas com os alunos. Fale das células diploides, 2n. Simule com material didático 2 e/ou desenhe no quadro.

Momento 5 – 2 min

- A partir do zigoto, questione os alunos como esta célula se tornaria várias. Questione se elas poderiam simplesmente dividir as estruturas de igual para igual (cite algumas organelas, quantas delas têm na célula, se daria para dividir, etc.). Gesticule com as mãos a divisão celular (FIGURA 3).

Figura 3 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora:
“divisão celular”.



Legenda: A sequência de imagens representa uma gesticulação da divisão celular.

Fonte: Da autora.

Momento 6 Meu sapato favorito e a mitose – 15–20 minutos

- Então conte uma história: Imaginem que vocês perderam um pé¹³ de um par de tênis que vocês amavam. Inconformados com isso, vocês decidem reproduzir

¹³ Um par de tênis é composto por dois elementos: o tênis do pé esquerdo e o do pé direito. Assim, quando digo “pé” me refiro ao elemento individual (o pé perdido do par de tênis).

uma cópia perfeita do outro pé a partir da forma original que vocês têm em mãos. Como farão isso?”

1. Primeiro, é preciso desmontar cuidadosamente a forma original do tênis original com o auxílio de ferramentas adequadas.
 2. Em seguida, cada parte do tênis deve ser replicada usando o original como molde.
 3. Para iniciar a montagem, tanto da cópia quanto da forma original, é necessário checar se todos os moldes e ferramentas necessários estão disponíveis.
 4. Em seguida, a bancada deve ser organizada para que todas as peças necessárias estejam em nosso campo de visão.
 5. Depois disso, é preciso identificar quais são as partes da pé original e quais são da novo pé. Para isso, colocam-se as cópias no centro da mesa, ao lado das partes originais correspondentes: o lado esquerdo original e o lado direito a cópia.
 6. Então, separam-se essas peças usando as mãos, “puxando” as originais em no canto esquerdo da bancada e as cópias no canto direito.
 7. Agora, é possível organizar a estrutura do tênis, identificando quais peças se juntam e em que ordem. Assim, pode-se montar os dois pés do tênis e, finalmente, usar o par do tênis amado novamente, além de poder fazer quantas cópias desejarem a partir de cada um dos pés.
- Dialogue com os alunos para alcançar a seguinte relação com a célula:

Meu sapato favorito

Durante a fase G1 da interfase, a célula se prepara para a replicação do DNA, descondensando as cromátides. Isso pode ser comparado a preparar a forma original do tênis para ser copiado, desmontando a forma do tênis. Nessa fase, a célula também cresce para comportar todos os elementos que serão duplicados e produzidos, além de ter mais espaço para realizar o processo interno de duplicação. De forma análoga, podemos pensar que nesse momento, preparamos um espaço adequado e amplo suficiente para trabalharmos na cópia do tênis.

Na fase S da interfase, o material genético da célula é duplicado a partir de uma fita de DNA molde, assim como duplicaríamos o molde do pé do tênis original para elaborar a cópia.

Na fase G2 da interfase, a célula se prepara para a divisão, e proteínas checam se tudo está pronto para a próxima fase, assim como verificaríamos se temos todos os materiais necessários para fazer a cópia do pé do tênis.

É na Prófase que começamos a organizar as peças principais do tênis, juntando tudo em nossa área de manuseio, preparando-nos para a montagem do tênis. Nesta fase, a célula faz o mesmo, se preparando para “montar” as duas células-filhas: “junta” o material genético, condensando as cromátides, de modo a ficar mais fácil a separação das cromátides irmãs, e aparecem os fusos mitóticos (que podem ser comparados às nossas mãos, manuseando as peças do tênis).

Na Metáfase, o material genético se organiza na região equatorial da célula e os fusos mitóticos movem-se para lados opostos da célula. Em seguida, os dois fusos mitóticos identificam as cromátides irmãs e se ligando a elas, cada fuso se ligando a 46 cromossomos (um se liga às cópias, o outro aos originais). Similarmente, organizamos as peças dos tênis no centro da mesa e identificamos quais peças irão para o lado esquerdo e quais irão para o lado direito.

A anáfase é a fase em que os cromossomos são separados e puxados para os polos opostos da célula. Nesta fase, a célula separa as cópias dos cromossomos originais para garantir que cada célula-filha receba a quantidade correta de material genético. Assim como, as peças da cópia do pé do tênis são separadas do original. Os fusos mitóticos puxam os cromossomos assim como as mãos pegam cada parte do tênis e colocam-no em um dos dois cantos da bancada, esquerdo ou direito.

E finalmente, na Telófase, a célula reconstrói a estrutura e a organização celular e separa o citoplasma em dois (citocinese), resultando em duas células-filhas semelhantes. De forma análoga, começamos a montar o tênis,

dando forma a dois pés semelhantes. Neste ponto, tanto as células-filhas quanto os pés do tênis podem ser usados para serem copiados novamente.

Em resumo, o que teremos é:

1. Preparar para copiar o tênis: pegar o material necessário e desmontar o tênis para fazer os moldes (G1)
2. Replicar o molde de cada parte (S)
3. Checar se tudo está pronto para a próxima fase, se têm todos os materiais necessários: Forma, medidas, moldes, instruções, ferramentas (G2)
4. Preparar a bancada: organizando os materiais e preparando-se para a replicação (Prófase)
5. Começar a dar forma ao tênis: Identificar as partes para saber qual é qual (Metáfase)
6. Separar as peças originais da cópia: qual é de um pé e qual é de outro (Anáfase)
7. (Começar e terminar de) Montar e observar o resultado de dois pares de sapatos semelhantes (telófase + Citocinese)

Observação: use os gestos sempre que os seguintes conceitos surgirem: divisão/divisão celular, mitose, G1, S, G2, crescimento, duplicação/replicação, prófase, metáfase, anáfase, telófase, citocinese (Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Figura 4 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora: “crescimento celular na interfase”.



Legenda: A sequência de gestos representa o crescimento celular, e também pode ser usada para representar as fases G1 e G2.

Fonte: Da autora.

Figura 5 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora:
“replicação do DNA na interfase”.



Legenda: A sequência gestual representa a replicação do DNA que ocorre na fase S.

Fonte: Da autora.

Figura 6 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora: “prófase”.



Legenda: (Da esquerda para a direita) Os primeiros dois gestos sequenciais representa o desaparecimento da membrana nuclear. Os dois últimos representam o aparecimento dos fusos mitóticos.

Fonte: Da autora.

Figura 7 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora:
“metáfase”.



Legenda: A sequência gestual representa o alinhamento das cromátides irmãs na linha equatorial da célula, ocorre na metáfase.

Fonte: Da autora.

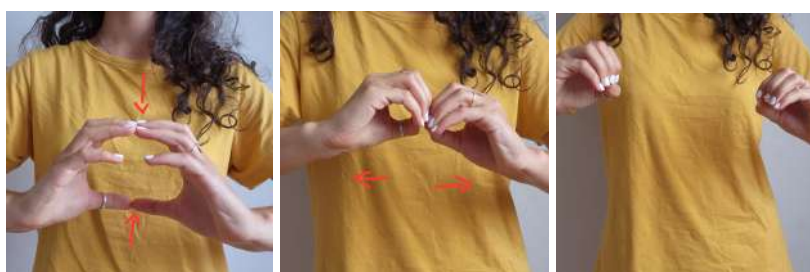
Figura 8 – "Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora:
"anáfase".



Legenda: A sequência gestual representa os fusos mitóticos/centrossomos que se ligam aos telômeros das cromátides irmãs e as puxam para perto de si, esse fenômeno ocorre na anáfase.

Fonte: Choudhury (2023)

Figura 9 – Sequência de imagem dos gestos icônicos elaborada pela autora:
"telófase".



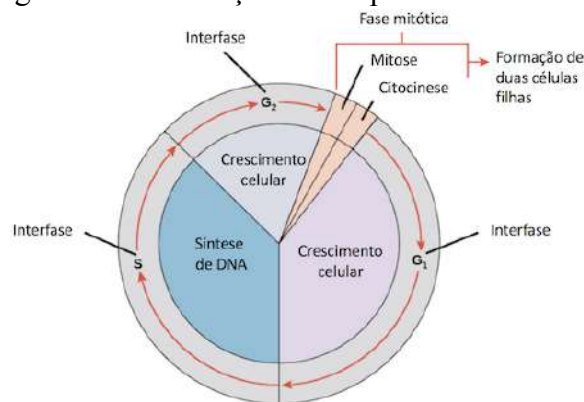
Legenda: Esta sequência gestual representa o início e o fim da separação das duas células filhas que ocorre na última fase da mitose, a telófase. Da esquerda para a direita, o primeiro gesto combinado com o segundo representam o início da divisão celular, e o segundo e o terceiro gestos, o fim — a clivagem e enfim separação das células, chama de citocinese.

Fonte: Choudhury (2023)

Momento 7 Atividade – 5 min

- Peça que os alunos desenhem, escrevam ou elaborem um mapa mental, ou um esquema da divisão celular.
- Enquanto isso, pergunte aos alunos o que eles acham que é mais demorado, discuta até alcançar o cenário abaixo:

Figura 10 – A duração de tempo do ciclo celular



Fonte: Fowler, Roush e Wise (2013)

Neste momento, passe observando o que os alunos estão concretizando e tomando nota e/ou conversado com os alunos sobre as fases.

Momento 8 Resumindo – 14 minutos

Entregue o material didático 4 e preencha com os alunos:

- No quadro, sobre o diagrama pré-desenhado, questionando as fases da divisão celular. Use os conceitos; os gestos repetidas vezes e faça perguntas sobre acontece na fase, quantos cromossomos há no início, no meio e no fim da divisão. É importante também referir-se a história do sapato e à projeção metafórica construída.
- Pode ser interessante, enquanto desenha e explica, faça relação entre o significado dos conceitos das fases da divisão com o que foi ensinado:
 - Interfase: “entre fases”, lembrando que a divisão celular faz parte do ciclo celular, ou seja, se repete várias vezes, e a interfase é a fase entre o fim e o início de uma divisão.
 - Prófase: “fase anterior”, antes de começar a dividir de fato; fase anterior a fase que vem depois
 - Metáfase: “fase do meio”, além de ser de fato a metade do caminho, faz referência aos cromossomos alinhados na região equatorial da célula.

- Anáfase: “para cima”, lembrando dos fusos/centrossomos puxando os cromossomos.
- Telófase: “longe, afastando”, afastando as células, começando a dividir

Momento 9 Conclusão – 3 minutos

- Questione aos alunos se:
 1. Todas as células do nosso corpo são iguais?
 2. Todas as células fazem o mesmo tipo de divisão celular?
 3. Todas as células levam o mesmo tempo para se dividirem e estão sempre dividindo?
- Responda a essas perguntas resumidamente citando a meiose e a diferenciação celular.
- Por fim, peça que os alunos reflitam sobre os desafio lançado no momento 3 e se preparem para a aula seguinte.

AULA 2 - A mitose: uma representação corporal da mitose**Materiais:**

- Papéis com o nome das fases da mitose (prófase, metáfase, anáfase, telófase);
- Papel e caneta para cada grupo;
- Espaço amplo para realização da atividade;
- Recursos audiovisuais para apresentação da revisão e discussão, caso haja possibilidade.

Organização da turma: A aula se inicia com a organização padrão e é posteriormente organizada de modo a separá-la em grupos: as carteiras podem ser unidas em grupos ou os alunos podem sentar no chão. É possível sair da sala de aula também, caso haja possibilidade leve os alunos para o teatro/auditório, pátio ou quadra da escola.

Etapas:**Momento 1** Introdução/Revisão –10 minutos

- Inicie a aula com uma revisão breve. Pergunte:
 - Sobre o que conversamos aula passada?
 - Quem/o que realiza a divisão celular?
 - Quando ocorre? Por quê?
 - Como?
- Explique aos alunos que a divisão celular ocorre em organismos unicelulares e pluricelulares, e é fundamental para o crescimento, reparação e renovação de tecidos e órgãos. Dê exemplos de células que se dividem com frequência, como as células do epitélio intestinal, e células que se dividem apenas em situações específicas, como as células do fígado. Explique também que a mitose é importante porque garante que cada célula-filha tenha o mesmo número e tipo de cromossomos da célula-mãe, permitindo que elas tenham as mesmas características genéticas e funcionem adequadamente.

Momento 2 Organizando a turma – 10 minutos

Esse é o momento de levar a turma para fora de sala se possível.

- Divida a turma em cinco grupos e explique que cada grupo receberá uma fase da mitose para realizar uma mímica.
- Distribua papéis com o nome das fases da mitose e peça para cada grupo sortear o nome de sua fase.
- Explique eles terão 5 minutos para discutir e preparar a mímica de sua fase. Os alunos devem pensar em como representar as características mais importantes de sua fase.
- Explique que cada grupo terá até 3 minutos para apresentar a mímica para os outros grupos adivinharem.
- Cronometra o tempo de 10 minutos.

Momento 3 Que fase é essa? – 15 minutos

- Após os 10 minutos, cada grupo fará a sua mímica para os demais grupos.

- Os outros grupos devem tentar adivinhar qual é a fase representada na mímica e depois ordenar as fases na sequência correta da mitose.

Momento 4 O Teatro: A Meiose – 15 minutos

- Com as fases em ordem, todos devem se organizar para apresentar para professora um teatro sobre a meiose usando as mímicas. Estimule-os a criar um título para o teatro e a serem organizados.
- Cronometra até 5 minutos para eles se organizarem e até 10 para se apresentarem.

Momento 5 Conclusão – 10 minutos

- Finalize a aula com uma breve discussão sobre como o conhecimento das fases da mitose contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e a compreensão de doenças.

Por exemplo:

1. Pergunte aos alunos se eles conhecem alguma doença causada pela falta de divisão celular adequada. Explique como as células doentes se formam a partir de divisões celulares mal-sucedidas (cite o exemplo da anemia falciforme).
 2. Pergunte aos alunos como as células são reguladas para a divisão ocorrer sem problemas. Explique que existem mecanismos de controle no ciclo celular, como o ponto de verificação da fase G1.
- Conclua que o conhecimento sobre a mitose é importante para a criação de medicamentos e terapias que visam controlar a divisão celular em diferentes contextos, como no tratamento de câncer.

Observações:

- ✧ É importante que o professor verifique se todos os alunos estão compreendendo as informações e participando da atividade.
- ✧ Para a discussão no momento 5 da aula 2 há uma edição especial da National Geographic das “100 descobertas científicas que mudaram o mundo” que, além de

incluir a mitose, o capítulo 2 apresenta tecnologias desenvolvidas a partir do conhecimento da divisão celular e diferenciação celular (NATIONAL GEOGRAPHIC (Washington, DC). A Engenharia do Corpo. 100 descobertas científicas que mudaram o mundo, São Paulo, SP, n. 188-A, p. 26-50, 2 abr. 2015).

3.3 Discussão

A sequência didática proposta pode e deve ser adaptada para as diferentes séries e consoante à bagagem conceitual já trabalhada anteriormente com os alunos. A seguir, discutirei cada etapa da proposta pré-pedagógica à luz dos conceitos da Linguística Cognitiva e dos estudos em multimodalidade.

3.3.1 Aula 1 - A mitose: Como as células se multiplicam

No momento 1, a aula começa com apresentação do tema do dia e fazendo uma conexão com algo que os alunos conhecem bem: uma ferida que cicatriza. Esse momento ajuda a estabelecer o foco da aula, e é importante para estabelecer uma relação entre uma experiência vivida pelos alunos e o conteúdo da aula, além de incentivar a participação e a troca de experiências. Essa introdução inicial ajuda a conectar os alunos com o assunto e a situar a relevância da divisão celular na vida cotidiana. A abordagem multimodal — ou seja, o uso de diferentes modos de comunicação, como linguagem verbal e não-verbal (mostrar um machucado ou uma cicatriz) — é empregada aqui para envolver os alunos no assunto e estabelecer conexões com suas experiências pessoais.

O uso de imagens corporais (como cicatrização de feridas) compõe o primeiro nível de percepção da realidade, o macroscópico, e ajuda refletir sobre o mundo microscópico: o que será que ocorre como o nosso corpo durante o processo de cicatrização a nível celular? Dessa forma, os alunos poderão partir de um ponto — a pele — para outro — a reposição celular — a partir de uma interface entre os dois pontos — a experiência de machucar e observar a ferida cicatrizar. Além disso, essa abordagem corporificada, ajuda os alunos a conectar a mitose a uma situação do cotidiano, a cicatrização de feridas. Nesse momento, espera-se que os alunos se envolvam na aula.

No momento 2, temos a apresentação dos conceitos iniciais. O professor(a) introduz o conteúdo próprio da aula, pedindo aos alunos que falem do que eles são formados. Esse

momento ajuda a manter o foco da aula e permite que os alunos reflitam sobre o que sabem sobre células, mobilizando seus conhecimentos prévios. A estratégia de escrita no quadro dos conceitos que vão surgindo é uma forma de esquematizar o conteúdo, o que pode ajudar a fixar o conhecimento. Além disso, perguntar aos alunos do que eles são formados é uma forma de usar o esquema imagético PARTE-TODO para representar as células, o qual é um conceito abstrato. Além disso, ao incluir “e outros seres vivos”, estabelecemos uma categoria conceitual para células, relacionada à vida, unidade básica da vida, uma estrutura entre todos os seres vivos. Ao visualizar a palavra “célula” no quadro, os alunos podem criar um modelo mental que ajuda a entender melhor o que é uma célula, juntamente com os desenhos pré-esquematizados no quadro e com o material didático 2 (cf. ANEXO B).

A seguir, no momento 3, o professor continua a discussão sobre células e introduz o conceito de divisão celular. É importante destacar que o professor escuta os alunos e anota os conceitos que surgem em um canto do quadro, permitindo que os alunos se sintam envolvidos na aula. O foco se volta para uma reflexão do que vem a ser o processo de divisão celular a partir deles mesmo, uma abordagem corporificada. O espaço reservado no quadro ou na lousa para escrever os conceitos à medida que forem aparecendo permite a multimodalidade na abordagem, combinando diferentes modos de comunicação (visual e verbal) para reforçar a compreensão dos alunos.

Além disso, a estratégia de anotar no canto do quadro os conceitos da aula conforme eles forem surgindo ajuda a criar uma conexão entre eles. Essa conexão é importante para entender o processo de divisão celular, o qual é um conceito complexo que envolve vários outros conceitos. Além disso, a atividade de propor um desafio de conectar todas as palavras em um texto é uma forma de usar o pensamento metafórico, o que pode ajudar a compreender o conteúdo.

No momento 4, a estratégia pedagógica inclui o uso de imagens e representações visuais (um espermatozoide, um óvulo e um zigoto) para ilustrar os tipos de célula e o processo de divisão e ajudar na transição e visualização dos conceitos abstratos do segundo nível de Johnstone (1993).

No momento 5, a estratégia de questionar os alunos sobre como as células se tornam várias está relacionada a projeção do esquema PARTE-TODO, uma vez que somos formados por trilhões dessas pequenas partes chamadas células. Esse tipo de pensamento é baseado na

compreensão de um domínio (neste caso, o corpo humano) a partir de outro domínio (como a célula). Isso permite que os alunos compreendam como os elementos dos dois domínios se integram, assim, entendam melhor o conceito biológico de divisão celular e algumas de suas funções (formar um indivíduo e reconstituir tecidos danificados). O professor(a) pode usar como recurso pedagógico os gestos manuais (SABENA, 2011), de modo a mostrar esquemas imagéticos para a divisão celular, que contribui para a elaboração metafórica do que o gesto está representando — a separação das células. Usar gestos com as mãos para representar a divisão celular pode ajudar a dar uma representação visual e tátil da ideia abstrata de divisão celular. Isso pode ajudar os alunos a entender a ideia de forma mais concreta e significativa. Todos os gestos elaborados para esta aula são importantes tanto para a conceptualização corporificada dos conceitos da mitose, quanto para a aula seguinte da sequência didática. É oportuno comentar que a utilização dos gestos destaca não somente o aspecto corporificado da cognição e da linguagem, como também revela a inerência do aspecto multimodal da cognição, da linguagem e da interação social.

O momento 6 envolve processos imaginativos e uma aplicação clara da teoria da metáfora conceitual, podemos identificar o pensamento metafórico ao propor que “A CÉLULA É UM TÊNIS” e conseqüentemente, que “O PROCESSO DE MITOSE É A CONFECÇÃO DE UM TÊNIS”; a projeção metafórica ao explicar a divisão celular em termos da reprodução do tênis a partir dos esquemas imagéticos comuns em cada processo (Quadro 2.1 e 2.3). Esses esquemas ajudam a tornar as etapas da mitose mais fáceis de entender e visualizar, tornando o processo de divisão celular mais compreensível e memorável.

Quadro 2.1 - Projeção metafórica “O PROCESSO DE MITOSE É A CONFECÇÃO DE UM TÊNIS”

CONFECÇÃO DE UM TÊNIS	PROCESSO DE MITOSE	EM¹⁴
Tênis	→ Célula	OBJETO
Preparação do pé do tênis para ser copiado	→ Fase G1 da Interfase (Célula se prepara para a replicação)	PROCESSO
i. desmontar a forma original.	i. descondensamento do DNA.	CAMINHO-META
ii. Arrumar um espaço para trabalhar.	ii. Crescimento celular.	PARTE-TODO
Duplicar o molde da forma original.	→ Fase S da Interfase	SEPARAÇÃO

¹⁴ Esquema imagético (EM) baseados em Johnson (1987, p. 126).

[continuação]	O material genético da célula é duplicado por enzimas.	CORRESPONDÊNCIA
<p>Checar se todos os materiais necessários para fazer a cópia da forma original do tênis estão presentes.</p>	<p>→ Fase G2 da Interfase Enzimas checam se tudo está pronto para a próxima fase.</p>	<p>EQUILÍBRIO CAMINHO-META</p>
<p>Começar a se preparar para montar o tênis i. Juntar os moldes, ii. limpar a bancada, tirar o que não precisa, iii. pegar as ferramentas necessárias (mãos).</p>	<p>→ Prófase i. Condensação máxima dos cromossomos homólogos, ii. quebra de moléculas e formação de outras, desaparecimento da carioteca, iii. formação dos fusos mitóticos.</p>	<p>PROCESSO</p>
<p>Organizar todos os peças para a montagem do sapato i. Saber qual parte é do original e qual é para a montagem do outro pé ii. organizar lado a lado as partes do tênis no centro da bancada (sola esquerda(E) sola direita(D), palmilha E palmilha D...), iii. Definir os espaços de cada pé do tênis (lado E para parte E e lado D para partes D).</p>	<p>→ Metáfase i. Os fusos mitóticos começam a se organizar, se direcionando para a periferia da célula, ii. as cromátides se alinham na região equatorial da célula, iii. os fusos se ligam a cada uma das cromátides irmãs, de modo que cada “tenha” um exemplar de cada um dos 46 cromossomos presentes em uma célula.</p>	<p>CENTRO-PERIFERIA CORRESPONDÊNCIA ATRAÇÃO</p>
<p>Separar as peças para começar a montar o pé original e a cópia i. “Puxar” com as mãos as partes E para o lado E da bancada e partes D para o lado D.</p>	<p>→ Anáfase i. Os fusos “puxam” para si os cromossomos homólogos, separando-os.</p>	<p>SEPARAÇÃO ATRAÇÃO CAMINHO</p>
<p>Começar e finalizar a montagem dos pés do tênis. i. Iniciar a montagem; ii. o par de tênis pronto para ser usado e cada pé pode ser replicado novamente quando necessário.</p>	<p>→ Telófase (1) e Citocinese (2) i. A célula reorganiza o suas organelas (1), e separa o citoplasma, gerando duas células prontas para recomençar o ciclo celular¹⁵ (2).</p>	<p>SEPARAÇÃO PROCESSO CICLO PARTE-TODO</p>

Fonte: Da autora.

¹⁵ A divisão celular faz parte do ciclo celular, assim, o último não se resume no primeiro. A célula apresenta diversas funções estruturais e fisiológicas além da divisão propriamente dita.

Quadro 2.2 - Quadro de metáforas primárias

METÁFORAS PRIMÁRIAS

SIMILARIDADE É PROXIMIDADE

SIMILARIDADE É ALINHAMENTO

QUANTIDADE É TAMANHO/ESPAÇO

MUDANÇA É MOVIMENTO

UM EVENTO É O MOVIMENTO DE UM OBJETO

MEIOS SÃO CAMINHOS

ALCANÇAR UM PROPÓSITO É ALCANÇAR UM OBJETO DESEJADO

ATRAÇÃO É FORÇA FÍSICA

Fonte: Grady (1997, p. 281-299)

O momento 6 é importante par que os alunos possam visualizar mentalmente que a divisão celular acontece em etapas e em um determinada ordem, assim como a montagem do sapato. Juntamente aos próximos dois momentos, 7 e 8, a multimodalidade também é empregada, já que os alunos são convidados a representar como visualizaram a divisão celular e posteriormente o professor(a) constrói com eles o esquema da divisão celular, reforçando os gestos elaborados. Além de contribuir para a transição entre os três níveis de percepção da realidade: do tênis à célula (do macro para o micro); para a representação da divisão (do micro para o simbólico), por meio de metáforas.

Também é importante ressaltar, que no momento 8, o professor tem a possibilidade de preencher possíveis lacunas conceituais e esclarecer pontos, observados no momento 7, que não ficaram claros ou apresentaram dificuldades na compreensão do processo. Tanto o momento 7 quanto o momento 8, permite que os alunos reflitam sobre nuances da da célula e da divisão celular que talvez eles não pensariam caso não precisassem desenhar, como: como é o fuso mitótico; como os cromossomos se organizam de modo a facilitar a ligação com os fusos e a separação das cromátides; e perceber que uma vez condensados, os cromossomos são facilmente distinguíveis e separáveis, mas que para copiar o DNA é mais fácil se as fitas de DNA estiverem “esticadas” (descondensadas). Inclusive, a respeito da condensação dos cromossomos, podemos dizer que quando estão condensados é como o cabelo trançado: é

difícil separar os fios. E quando estão descondensados, os cromossomos são como o cabelo solto: fica mais fácil separar os fios.

Por fim, no momento 9, ao estímulo ao pensamento analítico-científico ao questionar aos alunos se todas as células do nosso corpo são iguais, realizam o mesmo processo de divisão celular, se levam o mesmo tempo para se dividir e se estão sempre se dividindo. Isso faz com que eles mobilizem seus conhecimentos prévios sobre a estrutura corporal e os que foram apresentados.

Por fim, as diferentes estratégias utilizadas no plano de aula permitem que os alunos observem e descrevam as diferentes fases da mitose, criem modelos e um texto explicando a divisão celular e como todos os conceitos estão interconectados.

3.3.2 Aula 2 - A mitose: uma representação corporal da mitose

No momento 1, o início da segunda aula pretende ativar os esquemas imagéticos e o pensamento metafórico dos alunos construídos na aula 1, relacionando o conceito abstrato de divisão celular com exemplos concretos. Ao mostrar exemplos de células que se dividem com frequência, como as células do epitélio intestinal, e células que se dividem apenas em situações específicas, como as células do fígado, os alunos conseguem visualizar situações concretas onde a divisão celular ocorre.

Além disso, a revisão sobre quem/o que realiza a divisão celular, quando ocorre e o porquê contribui para o desenvolvimento dos esquemas imagéticos e pensamento metafórico dos alunos. A multimodalidade (uso de modelos, escrita, desenho, gestos etc) é importante para garantir que o conteúdo seja acessível a diferentes estilos de aprendizagem.

Nos momentos seguintes, o pensamento metafórico é utilizado ao propor que os alunos realizem uma mímica para representar as fases da mitose. A proposta visa trabalhar com a corporificação dos conceitos de mitose para acessar os esquemas imagéticos e ampliar os domínios cognitivos dos alunos, permitindo que eles visualizem a sequência de eventos que ocorrem durante a mitose de forma mais concreta e visual.

Cada grupo é responsável por realizar uma mímica que represente uma das fases da mitose, o que exige que eles se movimentem e usem seus corpos para expressar os conceitos abstratos. Nesse sentido, a atividade permite que os alunos associem os conceitos de mitose

com suas experiências corporais, ampliando seus esquemas imagéticos e contribuindo para a compreensão das características de cada fase.

Além disso, atividade de teatro visa trabalhar com a multimodalidade e a interdisciplinaridade. Uma vez que exige que eles usem diversas modalidades para expressar os conceitos abstratos, como a linguagem verbal, gestos e movimentos corporais. Essa atividade também permite a integração de diferentes disciplinas, como Biologia, Artes e Educação Física, ampliando a compreensão dos conceitos de mitose e sua aplicação em outras áreas do conhecimento.

Por meio da mímica e do teatro, os alunos podem vivenciar as diferentes fases da mitose, possibilitando uma maior facilidade na compreensão e memorização do processo de divisão celular.

Por fim, no momento 5, a discussão final sobre o papel da mitose na criação de medicamentos e terapias visa trabalhar com a interdisciplinaridade e a aplicação dos conceitos de mitose em outras áreas do conhecimento, como biotecnologia, nanotecnologia e medicina. Os alunos são incentivados a refletir sobre como o conhecimento sobre a mitose pode contribuir para a criação de medicamentos e terapias que visam controlar a divisão celular em diferentes contextos.

A partir das discussões apresentados, percebermos que a utilização de estratégias com base nos conceitos de corporificação, de esquemas imagéticos, de pensamento metafórico, de multimodalidade e de interdisciplinariedade na abordagem do tema da mitose pode contribuir significativamente para enfrentar as dificuldades de ensino e aprendizagem de conceitos abstratos em Biologia. Pois permitem que os alunos tenham uma experiência mais concreta e visual do conteúdo, ajudando a compreender melhor os conceitos. Além disso, as estratégias envolvem diferentes habilidades, como planejar, trabalhar em grupo e a comunicação, ajudando a engajar os alunos no processo de aprendizagem.

Em resumo, a utilização de estratégias que promovam a corporificação, os esquemas imagéticos, o pensamento metafórico, a multimodalidade e a interdisciplinariedade pode tornar o ensino e aprendizagem do tema da mitose mais significativo para os alunos.

3.4 Limitações e desafios

Embora a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva e da multimodalidade possa ser uma estratégia eficaz para tornar os conceitos abstratos mais acessíveis aos alunos, há alguns desafios e limitações que nós, professores, podemos enfrentar ao implementá-la em sala de aula.

Alguns desses desafios incluem a necessidade de tempo e recursos, uma vez que a implementação dessa abordagem pode nos exigir mais tempo e recursos, podendo ser necessário fazer ajustes no currículo para permitir a inclusão de estratégias de ensino mais complexas e diferenciadas.

Outro desafio é a dificuldade em encontrarmos analogias e metáforas adequadas. Nem sempre é fácil encontrar analogias e metáforas adequadas para ilustrar conceitos abstratos de forma clara e acessível aos alunos. Assim, precisamos investir tempo em pesquisa e preparação para encontrar exemplos que sejam significativos e relevantes para seus alunos.

Existe também a dificuldade em medir a eficácia da abordagem corporificada da Linguística Cognitiva e da multimodalidade em termos de resultados de aprendizagem. Outro ponto é que a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva pode ser desafiadora àqueles que não estão familiarizados com esse conceito. A mudança de paradigma de ensinar por meio da construção de imagens mentais e metáforas pode exigir uma abordagem diferente de ensino, que pode ser difícil de implementar para alguns professores.

Por fim, como a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva é uma teoria relativamente nova, pode haver poucos recursos disponíveis para ajudar os professores a entender e aplicar essa abordagem. Isso pode tornar a implementação da abordagem mais desafiadora e aumentar a curva de aprendizado para os professores que desejam usá-la. Nesse sentido esta pesquisa abre possibilidades para cursos de formação continuada em que promovam a interdisciplinaridade na formação de professores.

Apesar desses desafios, a abordagem corporificada da Linguística Cognitiva e da multimodalidade pode ser uma estratégia valiosa para o ensino de conceitos abstratos em Ciências Biológicas. Com planejamento cuidadoso e preparação adequada, os professores podem superar esses desafios e oferecer uma experiência de aprendizagem mais envolvente e significativa para seus alunos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender como nossas experiências corporais influenciam nossa compreensão do mundo e nossa linguagem é fundamental para uma compreensão mais profunda da natureza da linguagem e da aquisição de conhecimento. A abordagem da “corporificação” proposta por Johnson e Lakoff (1999) pode servir para entender como diferentes culturas e contextos sociais influenciam como concebemos e expressamos conceitos abstratos.

A utilização de estratégias como a corporificação, os esquemas imagéticos, o pensamento metafórico, a multimodalidade e a interdisciplinariedade na abordagem do tema da mitose pode contribuir significativamente para enfrentar as dificuldades de ensino e aprendizagem de conceitos abstratos.

Por meio da mímica e do teatro, os alunos podem vivenciar as diferentes fases da mitose, facilitando a compreensão e memorização do processo de divisão celular. Além disso, a abordagem interdisciplinar ao discutir como o conhecimento das fases da mitose contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e a compreensão de doenças pode tornar o tema mais relevante e interessante para os alunos.

A inclusão dos diferentes níveis de percepção da realidade de Johnstone (1993) é uma adição importante, pois contribui para a transição dos conceitos concretos para os abstratos, tornando-os cognitivamente mais acessíveis aos alunos. Os estudos em multimodalidade e a teoria da metáfora conceitual são relevantes para o desenvolvimento de estratégias de ensino em Biologia, pois enfatizam a importância de abordar a aquisição de conhecimento e o ensino por meio de diferentes modos semióticos, sugerindo que o pensamento e os conceitos abstratos são construídos por meio de estruturas corporificadas.

Além disso, é importante recapitular as aulas e conteúdos já trabalhados, e estimular os alunos a compartilharem informações relevantes sobre o tópico a ser estudado. Isso pode ser feito lembrando situações vivenciadas em sala de aula que possam fazer um elo e contribuir para o entendimento do conceito. Com isso, é possível integrar o corpo, ambiente e conhecimento, definindo um ponto de partida para todos.

Ademais, é importante ressaltar que uma abordagem corporificada e multimodal pode ser muito útil na elaboração de práticas pedagógicas inclusivas, que consideram a diversidade de experiências corporais dos alunos, bem como a natureza de seus corpos. Ao adotar essa

abordagem, os educadores podem garantir que seus métodos de ensino sejam acessíveis a todos os alunos, independentemente de suas habilidades físicas e sensoriais.

Em suma, a compreensão da corporificação da linguagem e do conhecimento é crucial para uma educação inclusiva e para uma compreensão mais profunda de como as experiências corporais moldam nossas percepções e linguagem.

Por fim, a utilização de estratégias que promovam a corporificação, os esquemas imagéticos, o pensamento metafórico, a multimodalidade e a interdisciplinariedade pode tornar o ensino e aprendizagem do tema da mitose mais significativo para os alunos.

REFERÊNCIAS

BERNARDELLI, M.; HASS DELAMUTA, B. Ensino de Ciências e a Transformação da Linguagem Informal em Linguagem Científica. set. 2017.

BRASIL, MEC/Secretaria de Ensino Médio. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília (BNCC), Brasília, 2018.

BUCCINO, G.; MEZZADRI, M. **La Teoria dell'embodiment E Il Processo Di Apprendimento E Insegnamento Di Una Lingua**. [s.l.] Enthymema VIII, 2013. Acesso em: 6 set. 2022.

CRISTIANE, W.; FIALHO, G. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Artigos Originais Praxia**, v. 1, n. 1, p. 53, 2013.

Currículo Referência de Minas Gerais. Minas Gerais, 2018.

DEL NERO, H. S. **Ciência Cognitivas (Folha de São Paulo, caderno Mais - edição especial- Entenda a sua Época; guia feito por 22 especialistas com 97 termos e expressões que orientam sobre os temas dominantes da cultura e da ciência na atualidade)**. Disponível em: <<https://www.lsi.usp.br/~hdelnero/JORN2.html#:~:text=Ci%C3%A9ncia%20Cognitiva%20%C3%A9%20a%20algunha>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

DESCARTES, R. **Discours De La Méthode**. Leiden, Holanda: [s.n.].

FELDMAN, J.; NARAYANAN, S. Embodied meaning in a neural theory of language. **Brain and Language**, v. 89, n. 2, p. 385–392, maio 2004.

FOWLER, S.; ROUSH, R.; WISE, J. **The Cell Cycle Concepts of Biology**, 25 abr. 2013. Disponível em: <<https://openstax.org/books/concepts-biology/pages/6-2-the-cell-cycle>>. Acesso em: 26 fev. 2023

FRISTON, K. **Embodied Cognition**. Disponível em: <<https://serious-science.org/embodied-cognition-9027>>. Acesso em: 5 set. 2022.

GALLESE, V. A neuroscientific grasp of concepts: from control to representation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 358, n. 1435, p. 1231–1240, 29 jul. 2003.

GALLESE, V. Before and below “theory of mind”: embodied simulation and the neural correlates of social cognition. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1480, p. 659–669, 13 fev. 2007.

GALLESE, V. Embodied simulation: From neurons to phenomenal experience. **Phenomenology and the Cognitive Sciences**, v. 4, n. 1, p. 23–48, mar. 2005.

GALLESE, V.; LAKOFF, G. The Brain's concepts: the role of the Sensory-motor system in conceptual knowledge. **Cognitive Neuropsychology**, v. 22, n. 3-4, p. 455–479, maio 2005.

GIBBS, R. W. Embodied experience and linguistic meaning. **Brain and Language**, v. 84, n. 1, p. 1–15, jan. 2003.

GOLDIN-MEADOW, S. 49. How our gestures help us learn. **Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft / Handbooks of Linguistics and Communication Science (HSK) 38/1**, n. Chapter 2, p. 792–803, 16 set. 2013.

GRADY, J. **Foundations of Meaning: Primary Metaphors and Primary Scenes**. Dissertation—University of California, Berkley.

GRIGOL, C. **Gestualidade e Cognição na Afasia da Expressão**. Trabalho de Conclusão de Curso—Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HAUK, O.; JOHNSRUDE, I.; PULVERMÜLLER, F. Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. **Neuron**, v. 41, n. 2, p. 301–307, jan. 2004.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. DE S. **Dicionário Houaiss Da Língua Portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva Ltda., 2009.

INSTITUT DES SCIENCES COGNITIVES. **A Review of Shaun Gallagher, How the Body Shapes the Mind**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://journalpsyche.org/files/0xaae6.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

JEWITT, C. et al. Exploring Learning Through Visual, Actional and Linguistic Communication: The multimodal environment of a science classroom. **Educational Review**, v. 53, n. 1, p. 5–18, fev. 2001.

JEWITT, C. et al. Teaching and Learning: Beyond language. **Teaching Education**, v. 11, n. 3, p. 327–341, dez. 2000.

JÓFILI, Z. M. S.; SÁ, R. G. B. DE; CARNEIRO-LEÃO, A. M. DOS A. M. **A via glicolítica: investigando a formação de conceitos abstratos no ensino de biologia**. [s.l.: s.n.].

JOHNSON, M. **The body in the mind : the bodily basis of meaning, imagination, and reason**. [s.l.] Chicago : University of Chicago Press, 1987.

JOHNSON, M. **The Meaning of the Body**. EUA: The University of Chicago, 2007.

JOHNSON, M. What Makes a Body? **Journal of Speculative Philosophy**, v. 22, n. 3, p. 159–169, 2008.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry: Logical or Psychological? **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 9–15, 1 jan. 2000.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701–705, set. 1993.

KELEMAN, S. **Anatomia Emocional**. 5ª edição ed. São Paulo, SP: Summus Editorial, 1992.

KELEMAN, S. **Your body speaks its mind**. Berkley, Califórnia, EUA: Center Press, 1981.

KRESS, G. et al. **Multimodal Teaching and Learning**. 2. ed. Nova Iorque/Londres: Bloomsbury Academic An imprint of Bloomsbury Publishi, 2014.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. Reading Images - the Grammar of Visual Design. **VNU University of Languages and International Studies**, v. 33, n. 6, 2006.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Lakoff e Johnson Metaforas da vida cotidiana.pdf**. [s.l.] Mercado de Letras, 2002.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge To Western Thought**. [s.l.] Basic Books, 1999.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. The Metaphorical Structure of the Human Conceptual System. **Cognitive Science**, v. 4, n. 2, p. 195–208, abr. 1980.

LANGACKER, R. **Cognitive Grammar**. New York: Oxford University Press, 2008. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/258516/mod_folder/content/0/v.%20langacker%20Cognitive-Grammar-An-Introduction.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 1 jan. 2023.

MAGGI, D. Un Flusso in Apprendimento: Il Corpo. **Mizar Costellazione di Pensieri**, v. N.13, 2020.

MELO, M. S. DE; SILVA, R. R. DA. Os Três Níveis do Conhecimento Químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. **Revista Exitus**, v. 9, n. 5, p. 301–330, 2019.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. [s.l.] Martins Fontes, 1999.

NASCIMENTO, T. DA C. **Metáforas no pensamento e no Discurso: Uma Análise Cognitivo-Discursiva da Fala de Aprendizes de Inglês Língua Estrangeira Sobre Sua Experiência de Aprendizagem**. Universidade Federal de Minas Gerais: [s.n.].

OROZCO MARÍN, Y. A.; MORALES SÁNCHEZ, J. P.; CASSIANI, S. “Não consigo respirar”: ensino da respiração celular em perspectiva anti-racista. **EccoS – Revista Científica**, n. 60, p. 1–17, 29 mar. 2022.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, 18 dez. 2014.

Plano de Curso do Ensino Médio de 2023 de Minas Gerais. Minas Gerais, 2022.

ROHRER, T. **Understanding through the Body: fMRI and ERP investigations into the neurophysiology of cognitive semantics**. [s.l.: s.n.]. Acesso em: 6 set. 2022.

SABENA, C. **Studiare la Multimodalità dell'insegnamento-Apprendimento: Focus sui Gesti**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/301347119>>. Acesso em: 6 set. 2022.

SAPOLSKY, R. **23. Language**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SIOQgY1tqrU&t=1731s&ab_channel=Stanford>. Acesso em: 31 ago. 2022.

SÁ, R. G. B. DE et al. Conceitos Abstratos: Um Estudo No Ensino Da Biologia. **Revista Da SBEnBio**, v. 3, p. 564–571, out. 2010.

SOARES DA SILVA, A. A Linguística Cognitiva: uma Breve Introdução a um Novo Paradigma em Linguística. **Revista Portuguesa De Humanidades**, v. 1, n. 1-2, p. 59–101, 1997.

VARELA, F.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **The Embodied Mind**. Cambridge, MA: MIT Press Paperback Edition, 1993.

VYGOTSKY, L. **Pensamento E Linguagem**. [s.l.] Ed Ridendo Castigat Mores, 2001.

WEN, X.; JIANG, C. Embodiment. In: **The Routledge Handbook of Cognitive Linguistics**. Nova Iorque: Routledge, 2021. p. 145–172.

ANEXO A – Material didático 1**MITOSE**
mitose

Represente neste espaço a divisão celular. Você pode desenhar ou escrever.

ANEXO B – Material didático 2

MITOSE

Ciclo celular - Um quebra-cabeça que se multiplica

