

(RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

(Re)construction of the cell concept: a teaching sequence with high school students

Ana Beatriz Vanderlei [abia_09@hotmail.com]

Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco

Avenida Afonso Olindense, 1513, Várzea, Recife, Pernambuco, Brasil

Renato Amorim da Silva [renatoamorim2009@gmail.com]

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Rua Dom Manuel de Medeiros, S/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil

Alex Antonio Brandão [alex.brandao@ufpe.br]

Italo Roberto do Nascimento Araújo [italo.nascimentoaraujo@ufpe.br]

Reynan Lucas de Lima Gomes [reynan.lucas@ufpe.br]

Ricardo Ferreira das Neves [ricardo.fneves2@ufpe.br]

Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória

Rua Alto do Reservatório, S/n, Bela Vista, Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil

Recebido em: 17/10/2023

Aceito em: 08/06/2024

Resumo

A abordagem do conceito de célula em sala de aula é primordial para a compreensão de processos e de fenômenos biológicos fundamentais à vida, mas por apresentar uma morfofisiologia microscópica e deter aspectos complexo e abstrato, requer significativa mobilidade cognitiva do estudante para entendê-lo. Isso acaba por inferir dificuldades em sua observação direta, ocasionando obstáculos ao estudo escolar, o que necessita de meios diferenciados como uso de novas metodologias e de novas ferramentas, que corroborem com o processo de ensino, visando ressignificar ideias do senso comum e ajudar os alunos na sua aprendizagem. O objetivo da pesquisa foi analisar o processo de (re)construção do conceito de célula mediante a aplicação de uma Sequência Didática (SD) utilizando os princípios do Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) com estudantes do Ensino Médio. A proposta envolveu uma SD aplicada a estudantes do 2º Ano do Ensino Médio, vivenciando as cinco etapas do CEK: antecipação, investimento, encontro, validação e revisão construtiva, que envolveu pré e pós-teste, aulas expositivas-dialogadas, práticas e produção de modelos didáticos. Os resultados apontam dificuldades na compreensão do conceito com relação às funções em nível celular e na diferenciação entre tipos e entre grupos celulares. Alguns modelos mentais apresentavam a representação do ovo-frito. A experiência proporcionada CEK emergidas em suas etapas durante a SD permitiu a construção conceitual e de modelos mentais mais próximos do conhecimento científico, possibilitando a ressignificação do conceito de célula em escala macro e micro. É importante que o professor busque novas alternativas didático-pedagógicas através de um ensino mais dinâmico e atrativo, permitindo aos estudantes revisarem suas concepções iniciais e possam ressignificá-las.

Palavras-chave: Biologia da Célula; Sequência Didática; Ciclo da Experiência de Kelly.

Abstract

Approaching the cell concept in the classroom is essential for compressing biological processes and phenomena fundamental to life, but as it presents a microscopic morphophysiology and has a complex and abstract aspect, it requires significant cognitive mobility from the student to understand it. This ends up inferring difficulties in their direct observation, causing obstacles to school study, which requires different means using new methodologies and tools, which corroborate the teaching process, aiming to give new meaning to common sense ideas and help students in their learning. The objective

of the research was to analyze the process of (re)construction of the cell concept through the application of a Didactic Sequence (SD) using the principles of the Kelly Experience Cycle (CEK) with high school students. The proposal involved a SD applied with students in the 2nd year of high school, experiencing the five stages of CEK: anticipation, investment, meeting, validation and constructive review, which involved pre- and post-test, expository-dialogue classes, practices and production of didactic models. The results point to difficulties in understanding the concept in relation to functions at the cellular level and in differentiating between cell types and groups. Some mental models presented the representation of a fried egg. The experience provided by CEK emerged in its stages during DS allowed the conceptual construction and mental models closer to scientific knowledge, enabling the reframing of the cell concept on a macro and micro scale. It is important that the teacher seeks new didactic-pedagogical alternatives through more dynamic and attractive teaching, allowing students to review their initial conceptions and give them a new meaning.

Keywords: Cell Biology; Didactic Sequence; Kelly's Cycle of Experience.

Introdução

A Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) de Kelly (KELLY, 1963) considera que a pessoa aprende ou constrói conhecimentos, mediante sua interação com representações da realidade. A TCP observa o homem como um cientista na previsão e na antecipação de eventos, em que “os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados pelas maneiras por meio das quais ela antecipa eventos”. Ela apresenta 11 corolários (Construção, Experiência, Organização, Individualidade, Dicotomia, Faixa, Escolha, Modulação, Comunalidade, Fragmentação e Sociabilidade). Entretanto, nesta pesquisa, enfocamos no Corolário Experiência, estabelecendo que “O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela sucessivamente constrói réplica dos eventos” (KELLY, 1963. p.72).

Com efeito, quando o sujeito experimenta algo, ele consegue construir uma réplica desse evento e pode alcançar mudança em seu sistema de construção. Todavia, o processo experiencial não se baseia apenas em simples encontro com um evento, mas envolve um ciclo com cinco fases: antecipação, investigação, encontro, validação e revisão construtiva, no qual Kelly (1963) denominou de Ciclo da Experiência. A partir dele, é possível estabelecer meios e estratégias para a aprendizagem dos alunos, permitindo que o fator experiencial possibilite significativas implicações para a abordagem conceitual, principalmente, aqueles conceitos que se apresentam à vista desarmada do estudante, como à célula (SILVA, 2023).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as Ciências da Natureza se apresentam de forma mesclada e seus conteúdos trabalhados de forma multidisciplinar, buscando competências e habilidades que permitam práticas investigativas e o uso das diferentes linguagens, abordando conceitos como biomoléculas, organização celular e respiração celular, observando sua aplicação científica e tecnológica (BRASIL, 2018). Nesse ínterim, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) das Ciências da Natureza apontam a Biologia como uma área do conhecimento, cujo objeto de estudo é o fenômeno da vida em seus diferentes aspectos, sendo a célula a unidade morfofisiológica de todos os organismos vivos (BRASIL, 2000). Considerando a premissa formadora de todos os seres vivos, na Biologia, a célula se apresenta em um grupo de conteúdos que envolvem fenômenos e processos abstratos e complexos; com terminologias e com nomenclaturas de difícil compreensão, as quais não se enquadram, em muitos casos, no cotidiano dos estudantes (SILVA et al., 2022).

A célula é o conceito básico fundamental à vida, necessária para a compreensão de vários conteúdos do Ensino da Biologia, como exemplo, a Biologia Celular, a Embriologia, a Genética, a Fisiologia e a Microbiologia, colaborando ainda para o entendimento de temas como a Engenharia

Genética, os Transgênicos, a Clonagem e o Transplante de órgãos, entre outros (FREITAS, 2016; MOTA JÚNIOR, 2019). Dessa forma, o entendimento desses conteúdos envolve a compreensão sobre o conceito de célula em seus processos e em seus fenômenos biológicos, buscando conduzir os estudantes a compreenderem melhor as diversas temáticas que permeiam esse conceito. Contudo, devido à complexidade dos elementos compositores em sua estrutura e sua funcionalidade, e a sua observação direta (à vista desarmada), muitas vezes, constituem-se problemáticas para a abordagem conceitual nos estudos escolares, sendo a abstração o ponto majorante dessa discussão (SILVA et al., 2022).

Outras dificuldades envolvem ainda as concepções prévias equivocadas com ideias engessadas ao senso comum, tais como a associação da célula como simples representação da membrana, do citoplasma e do núcleo. Isso pode ser evidenciado durante a prática docente em que alguns professores utilizam ilustrações de livros didáticos em suas aulas, com alusão apenas à morfologia quando de células procariontes, sendo comumente a exemplificação de uma estrutura de uma bactéria. Mas nas células eucariontes animais, limitam-se a associar o conceito a sua estrutura celular, não a interligando a algum tipo de célula específica (NEVES, 2015). Além do livro didático, é possível observar que muitos dos equívocos conceituais presentes em multimídias como os vídeos, podem interferir significativamente nos conteúdos abordados em sala de aula (SILVA et al., 2022).

Diante disso, é necessário o desenvolvimento de propostas que permitam melhor aproximação do saber científico ao saber comum. Nesse viés, o papel do Ensino de Biologia é extremamente importante para que o estudante seja capaz de compreender teorias científicas e associá-las, ou seja, oportunizar condições para que o sujeito possa perceber sentido sobre o que está sendo apresentado, e a partir disso, ser um estimulador e influenciador de sua realidade (DUIT, 2012). Dessa maneira, o Ensino de Biologia busca possibilitar ao sujeito, um estímulo à construção de conceitos científicos e de resignificação de possíveis concepções arraigadas ao senso comum, através da implementação de novos métodos de ensino no processo de aprendizagem dos estudantes; oportunizando o sujeito a buscar possibilidades de compreender o mundo que o cerca, e, por conseguinte, estimulá-lo ao discernimento de sua realidade e de um pensamento crítico (BRASIL, 2000).

Diante disso, entendemos que existe a necessidade de uma mudança conceitual, a qual pode ser estabelecida por meio de alternativas diferenciadas, cujos estudantes possam se envolver e revisar suas ideias sobre o conceito. Assim, propostas com uma Sequência Didática (SD) (ZABALA, 2015), pode ser um método viável para reverter essa problemática que envolve a abordagem do conceito de célula no âmbito escolar. As SD representam um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (p. 18). Nela, é possível identificar as etapas ou as ações que correspondem ao planejamento (observação do contexto sociocultural do sujeito), à aplicação (abordagem das práticas pedagógicas) e à avaliação (evolução do conhecimento e da formação pessoal do estudante) (ZABALA, 2015).

No tocante à SD, podemos potencializá-la por meio de etapas estabelecidas pelas perspectivas de Kelly a partir do Ciclo da Experiência (CEK), cuja premissa enfoca o “homem como cientista”, ou seja, o sujeito ao se envolver num ciclo de experiência poderá obter uma reestruturação conceitual ou sofisticação epistemológica, corroborando para que o conhecimento científico seja mais entendível a estrutura cognitiva e, a partir disso, (re)significar a sua aprendizagem (SILVA, 2023). Essa Sequência Didática pode vir a ser um produto promissor para a realidade do aluno e do docente, pois nela podemos estabelecer etapas com cenários didáticos distintos, estabelecidos no CEK com produção de recursos que remetam ao cotidiano do estudante, fazendo-o (re)pensar e buscar alternativas para a sua resignificação conceitual.

Desse modo, o processo de reconhecimento das etapas pelos indivíduos envolvidos é fundamental para o processo de reconstrução do conhecimento de forma crítica (NEVES;

CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2012; SILVA, 2023). Nesse sentido, temos como objetivo analisar o processo de (re)construção do conceito de célula mediante a aplicação de uma Sequência Didática utilizando os princípios do Ciclo da Experiência de Kelly com estudantes do Ensino Médio.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa compreende uma abordagem qualitativa procurando estabelecer uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, a qual não pode ser traduzida em números; revelando a natureza do conhecimento e os enfoques sociais do pesquisado. Para tanto, utilizamos da pesquisa do tipo campo, cujo objeto de estudo é abordado no próprio ambiente e da pesquisa descritiva, visando descrever fatos ou fenômenos sem interferência do pesquisador. Também, a observacional mediante as ações que expressam significados às pessoas, cujas informações podem colaborar para uma melhor percepção sobre o objeto de pesquisa (SEVERINO, 2018).

O estudo foi desenvolvido numa Escola Estadual, localizada no município de Escada, Pernambuco. Para tanto, foi solicitada a Direção da Unidade de Ensino, autorização para a realização da pesquisa por meio da carta de anuência. A pesquisa foi realizada com 15 estudantes do 2º Ano do Ensino Médio, sendo encaminhados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos maiores 18 anos. O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) aos menores de 18 anos e aos seus responsáveis, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Termo de Compromisso e de Confiabilidade e a Declaração de depoimentos e uso de imagens. Assim, seguindo os preceitos éticos em pesquisa com seres humanos, conforme Resolução 510/2016, aprovado pelo parecer consubstanciado número - CAAE: 24383319.8.0000.9430.

Para tanto, os estudantes participaram de uma SD fundamentada no CEK, o qual envolve cinco etapas, conforme orienta Santos (2016).

- 1- Antecipação: o sujeito constrói réplicas de eventos a partir de seus construtos estabelecidos por suas experiências sociais.
- 2- Investimento: o sujeito começa a refletir sobre suas construções anteriores mediante a apresentação de novos elementos.
- 3- Encontro: o sujeito se encontra com o evento através de situações que permitam testar seus construtos.
- 4- Validação (Confirmação ou Desconfirmação): o sujeito valida ou não os seus construtos por meio dos eventos.
- 5- Revisão Construtiva: o sujeito pode modificar os seus construtos a partir das experiências vivenciadas.

Este ciclo pode ser utilizado pelos professores de forma repetida, à medida que ele introduz um novo conceito em sua disciplina, já que a aprendizagem não é um evento instantâneo, mas um processo contínuo (LYRA FILHO, 2017). No quadro 1, temos a síntese da SD a partir das etapas do CEK.

Quadro 1: Síntese da sequência didática balizada pelo Ciclo da Experiência de Kelly

Etapas do CEK	Encontro	Momentos/ Tempo (50 min)	Atividade Didática	Conteúdos	Recursos
1 Antecipação	I	Momento 1 (1 h/a)	- Apresentação da proposta de intervenção - Aplicação do pré-teste	---	- Questionário
		Momento 2 (1 h/a)	- Leitura de um texto sobre descoberta da célula - Discussão	- Conceito prévio sobre célula; - Teoria Celular	- Texto
2 Investimento	II	Momento 3 (2 h/a)	- Aula expositiva dialogada - Observação das imagens no livro didático ¹ - Exibição de vídeos	- Células Procariontes e Eucariontes - Diversidade Celular	- Livro Didático - Vídeos
3 Encontro	III	Momento 4 (2 h/a)	- Confeção e Observação de lâminas histológicas	- Células eucarionte animal e vegetal - Diversidade Celular	- Microscópio, - Lâminas, - Lamínulas, - Alga <i>Elodea</i> , - Corante, - Palitos de madeira
		Momento 5 (1 h/a)	- Revisão dos conteúdos anteriores	---	- Debate
4 Validação	IV	Momento 6 (2 h/a)	- Construção de um modelo didático	- Células eucarionte animal e vegetal - Diversidade Celular	- Materiais diversos (isopor, tintas, cola, gel, massa de modelar, etc.)
5 Revisão Construtiva	V	Momento 7 (2 h/a)	- Apresentação dos modelos didáticos à turma	---	- Modelos didáticos construídos
		Momento 8 (1 h/a)	- Aplicação do pós-teste	---	- Questionário

Fonte: Os Autores

Os resultados foram analisados por meio da Análise Hermenêutica-Dialética (AHD) de Minayo (2014, p. 227), cuja união “leva o intérprete a entender o texto, a fala, o depoimento, como resultado de um processo social”. A AHD fornece subsídios que podem corroborar com as impressões diagnosticadas nos resultados da pesquisa e possibilitar um vislumbre de como os estudantes observam o conceito.

Resultados e discussão

As cinco etapas da Sequência Didáticas estão apresentadas a seguir:

Etapa 1 - Antecipação

Nessa etapa, coletamos os construtos pessoais dos estudantes acerca do tema da pesquisa, adquiridos através da experiência. Essas informações servem como base para a escolha das atividades desenvolvidas nas próximas etapas.

I Encontro: Momentos 1 e 2 - 2h/aulas

- **MOMENTO 1:** Concepções prévias dos estudantes

Aula 1: O que é célula?

Duração: 1h/a

Objetivo: Analisar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conceito de célula.

Metodologia: Aplicação de questionário com cinco arguitivas para sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conceito.

No Momento 01, realizamos o resgate do conhecimento prévio dos estudantes, os quais responderam as cinco arguitivas sobre o conceito de célula. Durante esse tempo, era perceptiva a insegurança e dúvidas dos estudantes, quanto à utilização de termos e/ou explicações mais coerentes sobre o conceito. Diante disso, a pesquisadora os orientou para não se preocuparem com as suas respostas (certas ou erradas), mas que deveriam expressar como realmente entendiam acerca da célula. Como primeira arguitiva, os estudantes responderam a sua compreensão sobre o que seria uma célula, conforme o quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Concepções (pré-intervenção) de estudantes acerca do que seria uma célula.

Estudantes	Considerações
E1	“É micropartícula que ajudam a formar o corpo humano”.
E2	“São micropartículas que formam um corpo”.
E3	“Uma célula é onde começa a formação do ser humano (ser vivo)”.
E4	“A célula é o conjunto de moléculas, que tem contato com o corpo humano e faz com que ela dê mais energia as partes de um corpo humano”.
E5	“A célula é o conjunto de moléculas vivas que se alastra em todo o corpo humano”.
E6	“Pequenas partículas que ajuda nosso corpo a se desenvolver”
E7	“São mini partículas que ajudam nosso corpo (todos os seres vivos) a se desenvolverem”.
E8	“É um conjunto de moléculas que ajudam o corpo dos seres vivos se desenvolver”.
E9	“São pequenas moléculas que servem para o desenvolvimento do nosso corpo e todos os seres vivos”.
E10	“Pequenas partículas que ajuda nosso corpo a se desenvolver”
E11	“A célula é muito importante para todos os seres vivos, porque ela forma o nosso corpo e cada um tem sua função no corpo”.
E12	“As células são um tipo de organismo no nosso sangue e ela ocorrer em parte do nosso corpo”.
E13	“As células são unidades da estrutura do ser vivo”.
E14	“É uma estrutura muito complexas, que tem seres que é composto por uma única célula.”
E15	“É a menor parte do nosso corpo, e tem várias moléculas como o DNA.”

Fonte: Os Autores

Em linhas gerais, os alunos apresentaram respostas pouco consistentes e concepções vagas sobre o conceito. Todavia, por se tratar de estudantes do 2º Ano do Ensino Médio, era esperada uma argumentação mais fundamentada, pois o estudo da célula e de suas particularidades são abordados durante o currículo do 1º Ano EM. Diante disso, E1, E2, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10 e E15 conceituaram a célula como partícula ou molécula, associando-a à formação do corpo humano. Já E3, E11, E12, E13, E14 e E15 também relacionaram a célula à formação do corpo, sendo o E3 com direcionamento ao início da formação da vida.

À vista disso, podemos observar pouca habilidade em associar a célula à unidade básica da vida, pois é nela que ocorrem todos os processos vitais de um organismo, como aponta Alberts et al. (2017). Também, respostas desse tipo foram observadas nos trabalhos de Cunha (2011) e Legey et al. (2012), cujos estudantes apresentaram dificuldades em associar a célula a um organismo do qual fazem parte, não a tratando como a menor unidade de um todo. Vale ressaltar que, grande parte dos estudantes E1, E2, E4, E5, E6, E9, E10, E11, E12 e E15 citaram, o termo “corpo” ou “corpo humano”, cuja relação pode estar associada a exemplos abordados pelo professor em sala de aula, como a citação do corpo humano para ressaltar a célula como formadora da vida. Isso acaba pode gerar uma

visão antropocêntrica, em que os estudantes concentram a ideia da célula compondo o corpo do ser humano e não realizando a mesma associação para as demais formas de vida, situação descrita por Cunha (2011), Legey et al. (2012) e Guimarães; Castro; Bautz (2016).

Assim, essa dificuldade em conceituar a célula, já é descrita na pesquisa de Neves (2015) e envolve estudantes da educação básica e superior. Também, em expressar de forma mais compreensível a correlação entre célula e o funcionamento sistêmico de organismos multicelulares (CUNHA, 2011; LEGEY et al., 2012). Como segunda argutiva, os estudantes responderam sobre a funcionalidade de uma célula, conforme o quadro, a seguir:

Quadro 3: Concepções (pré-intervenção) de estudantes sobre a função de uma célula.

Estudantes	Considerações
E1	“Servem para o desenvolvimento dos seres humanos”.
E2	“Servem para várias coisas como formar órgãos, tecidos entre outros”.
E3	“Para formação de um ser vivo, proteger em algum momento doença por exemplo. Movimento receber ar e se alimentar”.
E4	“A célula serve para transmitir acesso para cada parte do corpo humano”.
E5	“As células têm várias funções e uma delas é enviar acesso para o sistema nervoso”.
E6	“Para ajudar todos os seres vivos a se desenvolver, se locomover, alimentar, entre outros”.
E7	“Para o desenvolvimento dos seres vivos, como movimentação e entre outros”.
E8	“Para ajudar todos os seres vivos a se desenvolver, se alimentos, produzir fotossíntese, entre outros”.
E9	“Para ajudar todos os seres vivos a se desenvolver, a se locomover, a se alimentar, entre outros”.
E10	“Para ajudar todos os seres vivos a se desenvolver, alimentar, produzir fotossíntese, se locomover entre outros”.
E11	“Para forma nosso corpo, para ajuda nos movimentos de cada órgãos e parte do corpo e cresce”.
E12	“As nossas células servem para desenvolver o nosso organismo do sangue e intestino e também desenvolver a digestão”.
E13	“Cada uma tem uma função, nutrição, reproduzir, etc.”
E14	“Serve pra realizar alguma estrutura”
E15	“Serve pra realizar as atividades do nosso corpo, pra gente sobreviver.”

Fonte: Os Autores

Em linhas gerais, os estudantes pontuam várias funcionalidades à célula, ou seja, não existindo alguma particularidade, mas um entendimento de que a célula participa de diversas funções no corpo humano. Novamente, observamos nas respostas dos estudantes uma visão antropocêntrica sobre o conceito de célula, quando E1, E4, E5, E11, E12 e E15 discorrem que a funcionalidade da célula está relacionada ao desenvolvimento ou ao metabolismo do ser humano. Enquanto isso, E3, E6, E7, E8, E9, E10, E13 atribuíram funções de atividades metabólicas (crescimento, nutrição, defesa, reprodução, locomoção e fotossíntese) e apenas E2 e E11 correlacionaram a formação de tecidos e de órgãos. O estudante E14 não construiu uma associação coerente entre célula e estrutura.

Logo, demonstram que, apesar de conhecerem algumas funções metabólicas, ainda não perceberam ou compreenderam o que acontece em nível celular. Ou seja, ainda está numa observação mais concreta do conceito, direcionando o olhar a funções perceptíveis, esquecendo-se da formação de tecidos, pois é abstrato, por exemplo, para se chegar a outras funcionalidades no corpo. Também, a terminologia digestão, locomoção, desenvolvimento, sangue, intestino etc., são palavras mais fáceis de se entender e podem ajudá-lo a elaborar uma analogia mais simples, nesse caso, quanto ao funcionamento do próprio corpo.

Para Nascimento (2016) e Silva (2023), esses resultados podem ser justificados pela fragmentação do ensino, de modo que muitos conteúdos são abordados separadamente, não criando mecanismos para que os estudantes construam um pensamento biológico sistêmico. Como terceira argutiva, os estudantes foram indagados se todas as células seriam iguais, conforme o quadro, a

seguir:

Quadro 4: Concepções (pré-intervenção) de estudantes sobre se as células seriam iguais.

Estudantes	Considerações
E1	“Não. Porque elas têm forma e função diferentes”.
E2	“Não. Porque cada uma tem uma função e forma diferente”.
E3	“Não. Porque as células do ser humano é diferente de um celular vegetal em termo de estrutura e funções”.
E4	“Não. Porque cada célula tem acesso diferente e função diferentes”.
E5	“Não são iguais porquê cada célula tem uma fusão diferente”.
E6	“Não. Porque existem estruturas e tamanhos diferentes”.
E7	“Não. Porque elas têm formas, funções e estruturas diferentes”.
E8	“Não, porque cada um tem uma função diferente e formatos também”.
E9	“Não, cada uma tem uma estrutura diferente e funções diferentes”.
E10	“Não. Porque tem estruturas e tamanho diferente”.
E11	“Não, porque as células do ser humano tem funções diferentes das células e estruturas diferentes”.
E12	“Sim! Porque ser as células ela pode ocorre em nosso organismo ou partículas ele desenvolve em nosso corpo”.
E13	“Não. Pois existem mais de milhões de células no corpo, e elas são diferentes.”
E14	“Não poque os seres vivos podem ser compostos por células que tem núcleo e outros da que não tem.”
E15	“Não. É diferente porque tem célula com núcleo e célula sem núcleo.”

Fonte: Os Autores

Como observado nas respostas dos estudantes, a maioria conseguiu diferenciar as células quanto a sua organização interna (procarionte, eucarionte animal e eucarionte vegetal) e nem exemplificarem os tipos celulares, exceto os estudantes E14 e E15 que classificou as células de acordo com a presença ou a ausência de núcleo, mesmo não utilizando a nomenclatura específica.

Todavia, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E13, E14 e E15 concordam que as células apresentam formas e funções diferentes, mas não especificaram alguma característica que as diferenciasses morfológica ou funcionalmente. Vale ressaltar que as ideias do E12, as quais foram totalmente equivocadas sobre a célula, é algo bastante complicado, visto que é um estudante do ensino médio e será multiplicador de informações, o que necessita de ações que possam reconstruir essa lacuna formativa.

Por esse motivo, os estudantes reconhecem a presença de “estruturas”, possivelmente as organelas, mas não foram capazes de nomeá-las e lhes atribuir funções. Essas evidências estão presentes nas pesquisas de Cunha (2011), Legey et al. (2012) e Guimarães; Castro; Bautz (2016) que perceberam tais dificuldades dos estudantes em apontar as diferenças entre as células. Também, a nomeação de organelas celulares não foi percebida na pesquisa de Mota Júnior (2019), considerando que as nomenclaturas complexas podem ter sido um obstáculo para os estudantes e que geralmente são memorizadas por um curto período. Como quarta arguitiva, os estudantes foram indagados sobre a relação entre forma e função das células de todos os seres vivos, as respostas ainda foram bastante simplificadas, conforme apresentadas no quadro a seguir:

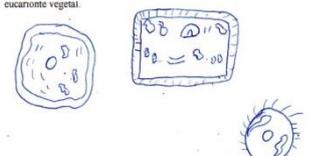
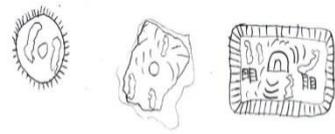
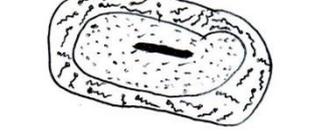
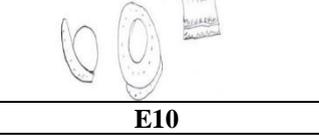
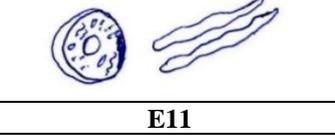
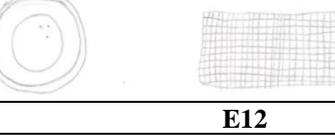
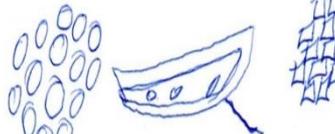
Quadro 5: Concepções (pré-intervenção) de estudantes sobre a relação entre as células, enquanto forma e função.

Estudantes	Considerações
E1	“Não. Porque cada uma tem estrutura e função diferente”.
E2	“Não, porque tem os vegetais, animais entre outros”.
E3	“Não. Porque as células do ser humano e de um animal tem funções como, curar órgãos, andar e etc. Já as das plantas não tem essas funções, e as estruturas totalmente diferentes”.
E4	“Não! Porque as células de um ser vivo fazem com que podemos ter pensamentos e movimentos e uma célula de uma planta faz que de acesso pra ela se mexer”.
E5	“As células de um corpo humano fazem uma função é a célula de uma planta faz outra função”.
E6	“Não. Porque nem todas tem a mesma função e nem estruturas iguais”.
E7	“Não. Por que cada célula tem uma função diferente”.
E8	“Não, porque a do ser humano e diferente da planta, as funções são diferentes”.
E9	“Não, por que elas têm funções diferentes uma da outra”.
E10	“Não. Porque uma célula de uma planta tem tamanho, função, estrutura diferente do que a de um homem”.
E11	“As células não tem estrutura iguais, mas algumas tem função iguais como, ajudar a crescer, protege, entre outras funções”.
E12	“Sim? Porque ser as células dos seres vivos são funções em organelas e também elas formam em pequenas partículas”.
E13	“Não. São estrutura e função diferente.”
E14	“Não, porque a célula do útero não é igual à do pâncreas, sendo assim tem estrutura e função diferente.”
E15	“Não, tem diferença entre a animal e a da planta.”

Fonte: Os Autores

Novamente observamos que muitas respostas dos estudantes foram apresentadas de modo vago e sem nexos, principalmente E1, E2, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11 e E13. Por isso, esperávamos que os estudantes exemplificassem que as funções realizadas na célula variam de acordo com o tipo e a organização de um organismo vivo. Essas dificuldades de conceituar a célula com vista na sua organização e funcionalidade, é fato comum em pesquisas (NEVES, 2015). Apenas os alunos E3, E4, E11, E14 e E15 apresentaram informações mais próximas do conhecimento científico, destacando a recuperação de órgãos, a consciência mental, o crescimento e a proteção, respectivamente. Isso demonstra certa compreensão de que as células animais apresentam peculiaridades diferentes das células vegetais. Todavia, é percebido que os estudantes sempre direcionam as suas ideias para a célula animal, considerando o homem. Como a quinta argutiva, foi solicitado aos estudantes que “desenhassem” células, eucarionte e procarionte, conforme o quadro a seguir:

Quadro 6: Modelos mentais (pré-intervenção) de estudantes sobre a célula procariontes e eucarionte

Estudantes		
E1 	E2 	E3 
E4 	E5 	E6 
E7 	E8 	E9 
E10 	E11 	E12 
E13 	E14 	E15 

Fonte: Os Autores

Devido à impossibilidade de visualização da célula a olho nu, as imagens são recursos presentes em livros didáticos, cujos docentes as utilizam para diminuir a abstração conceitual, promovendo uma melhor percepção dos elementos presentes na célula (SILVA et al., 2022). E a partir dessa imagem, o estudante memoriza o que ele visualizou, criando seu modelo mental.

Em linhas gerais, a maioria dos estudantes apresentaram “desenhos” que culminam em modelos da estrutura celular e não propriamente a célula. Essa evidência já é relatada na pesquisa de Gama (2012) e de Neves (2015), sendo bastante comum esse tipo de incoerência apresentada pelos estudantes, alcançando a Educação Básica e Superior, e que muitas vezes, estão associados à reprodução do livro didático, pois a imagem enfoca a estrutura celular. “O ideal seria a apresentação de exemplos de células como: neurônios, hemácias, óvulos, espermatozoides, leucócitos e, posteriormente, adentrar na morfofisiologia de uma célula” (NEVES, 2015, p. 141).

Nesse viés, a morfologia da célula variou bastante entre os estudantes, indo de uma simples representação de um “ovo frito”: esquematização da membrana celular, do citoplasma e do núcleo, presentes nas projeções dos estudantes E3, E4, E8, E9, E10, E11, E13, E14 e E15. Esse tipo de modelo mental é a forma mais comum e mais simples de evidenciar uma célula, pois não se apresentam os elementos compositores (CUNHA, 2011; NEVES, 2015; MEDEIROS et al., 2015). Essa forma simplista de exemplificar uma célula, sendo presente também nas concepções de professores e fortemente relacionado às imagens dos livros didáticos (GAMA, 2012).

Noutro momento, os modelos mentais de alguns estudantes E1, E2, E4, E5, E13, E14 e E15 apresentaram células com estruturas internas, possivelmente procurando semelhanças com as imagens encontradas em livros didáticos, mas que não apresentavam nenhuma organização estrutural aparente. Também, uma organização na forma de tecido, pelos estudantes E3, E4, E9 e E10, apresentando uma ideia mais próxima do conhecimento científico. Os estudantes E3, E6, E7, E8, E10, E11 e E15 indicaram uma noção de profundidade em seus desenhos, uma indicação de percepção tridimensional da célula, mas que ainda, não se aplicou a todos os exemplos desenhados. Já, E6, E7, E8 e E12 buscando expressar em alguns dos seus modelos mentais, à célula por um corte longitudinal. Houve também modelos disformes, irregulares ou amorfos. Vale ressaltar que o E12 expressou formas de “bolas” que poderiam suscitar hemácias ou um arranjo bacteriano, contudo ainda assim, sem condições de qualificá-las.

Dessa forma, os modelos mentais da célula expressos pelos estudantes, denotam as suas ideias sobre o conceito e são essenciais para o processo de reformulação conceitual. Logo, essa variedade de representações demonstra que os estudantes ainda não possuem uma representação mental perceptível da célula e possui pouco dinamismo entre suas estruturas e suas funções, cujas percepções foram destacadas na pesquisa de Cunha (2011). Desse modo, quando um estudante reconhece uma célula, isso não resulta em entendimento, todavia em representações bastante relacionadas às imagens dos livros didáticos, apontando a morfologia em detrimento da célula propriamente dita, o que conflui para as considerações de Gama (2012) e de Neves (2015).

Outro ponto está na apropriação de informações equivocadas sobre o conceito de célula e de outros conteúdos da biologia que tem em comum a abstração, e que envolve professores (GAMA, 2012), recursos multimídias como vídeos educacionais (SILVA et al., 2022) e videoaulas (ALCÂNTARA, 2018), sendo estes fomentados pelos conteúdos e pelas imagens apresentados no livro didático (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016).

Isso reforça a inconsistência dos modelos, cujas ilustrações, muitas vezes, não são acompanhadas de sinalizações, destacando, por exemplo, a sua escala real, podendo ainda apresentar, antropomorfismos e imagens distantes do texto escrito (NEVES, 2015). Isso pode gerar dificuldades aos estudantes, no que tange à compreensão sobre a dimensionalidade das estruturas, ideias incompletas dos constituintes celulares e a falta de correlação da célula como unidade vital de organismos multicelulares. Diante disso, a imagem mental da célula representada pelos estudantes é deficiente, mas não incomum, considerando que é algo presente em pesquisas apontadas anteriormente, e se evidencia a grande dificuldade de abstração para destacar a célula. Além de possíveis estruturas, formas e funções.

Assim, esse momento da análise dos conhecimentos prévios dos estudantes serviu como base para elaboração de atividades subsequentes ao Ciclo da Experiência de Kelly, identificando as informações que servem como ancoragem conceitual e as principais dificuldades apresentadas, as estratégias metodológicas foram escolhidas com o propósito de favorecer situações que auxiliassem na (re)construção do conceito de célula.

- **MOMENTO 2:** Historicidade Celular

Aula 2: A descoberta da célula

Duração: 1h/a

Objetivo: Compreender a célula como unidade constituinte de todo ser vivo.

Metodologia: Resgate do conhecimento prévio dos estudantes com perguntas norteadoras. Realização de leitura coletiva do texto “A descoberta da célula” (<https://planetabiologia.com/teoria-celular-a-descoberta-das-celulas/>) e discussão com os estudantes.

No Momento 02, escolhemos trabalhar um texto cujas informações envolviam a descoberta da célula com uma linguagem simples, porém, coerente com a profundidade de conceitos que seriam abordados. Antes da leitura, a professora recolheu o questionário e indagou aos alunos sobre as dificuldades que encontraram para responder as argutivas no pré-teste, apesar de afirmarem que já haviam estudado esse assunto durante o ano letivo anterior. Eles apontaram como dificuldades, principalmente, o “desenhar uma célula com todas as coisas que ela tem” e o “explicar como elas são diferentes”. Vale ressaltar que, essas respostas serviram como direcionamento para a preparação das atividades da Etapa II - Investimento.

Após a leitura coletiva foi pedido que os alunos identificassem no texto possíveis respostas que configurassem com aquelas apresentadas no questionário e, a partir disso, discutiu-se acerca da trajetória do descobrimento da célula, a importância e a repercussão científicas até os dias atuais. Posto isso, ao serem indagados sobre os exemplos mais recentes, o que conheciam e sua aplicação ou utilização na ciência. Apenas dois estudantes citaram o teste de DNA (paternidade) e a inseminação artificial. Por fim, foi pedido que eles citassem exemplos para a explicação da frase de que “todo ser vivo é formado por uma ou mais células”. Nesse caso, os alunos apontaram animais e plantas como exemplos.

Esses momentos de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e de revisão conceitual sobre a célula, serviram como base para a elaboração de atividades subsequentes ao Ciclo de Experiência, identificando as informações que servem como ancoragem conceitual e as principais dificuldades apresentadas, cujas estratégias metodológicas foram escolhidas com o propósito de favorecer situações que auxiliassem na (re)construção do conceito de célula. À vista disso, o momento permitiu que o estudante revisasse seus conhecimentos, cujas discussões serviram de aporte para um melhor entendimento do conceito de célula, pois como orienta Kelly (1963), o sujeito ao passar por situações de aprendizagens pode reconstruir novas perspectivas conceituais, a partir da experiência vivenciada pode refutar ideias anteriores ou aprimorá-las, numa sofisticação epistemológica referente ao conteúdo estudado.

Etapa 2 - Investimento

Essa etapa correspondeu ao Momento 3, sendo disponibilizados aportes teóricos aos estudantes para a aquisição de novas informações em uma aula expositiva-dialogada. Dentre as informações trabalhadas estavam os tipos celulares, a estrutura geral e a diversidade celular.

II Encontro: Momento 3 - 2h/aulas

- **MOMENTO 3**: Conhecendo a Diversidade Celular

Aula 3 e 4: Diversidade Celular

Duração: 2h/a

Objetivo: Identificar a estrutura básica, a funcionalidade e a diversidade celular e adquirir conhecimentos conceituais sobre as diferenças básicas entre células procariontes e eucariontes animal e vegetal.

Metodologia: Aula expositiva dialogada abordando tópicos sobre a classificação das células e sobre a diversidade celular, com o auxílio do livro didático adotado pela instituição de ensino e por vídeos educacionais obtidos no site da “*Khan Academy*” (<https://pt.khanacademy.org/>).

Nessa circunstância, foram utilizados slides e vídeos que abordavam a estrutura interna da célula, comparando-a às diversas funções exercidas por diferentes tipos de células e, enquanto se abordava este último, a professora lançou o seguinte questionamento: “Se vocês conhecem algum desses exemplos de células (espermatozoide, hemácia, euglena etc.), porque quando pedido para desenhar uma célula todos optaram por esquematizar um modelo representativo e não um tipo específico de célula?”. A maioria respondeu: “Porque era o jeito/modelo que a gente mais lembrava”.

Considera-se possível que essa frase possa estar relacionada à relação com o livro didático ou às experiências ao longo da educação básica ou mídias e vídeos que são divulgados amplamente em sites na Internet. Diante disso, para se discutir essa resposta, cada estudante recebeu um livro do Volume do 1º e 2º Coleção Biologia utilizada pela Unidade Escolar, para que fosse realizada uma análise e uma comparação das imagens de células presentes em ambos os livros.

No primeiro volume, o capítulo sobre a diversidade celular é iniciado utilizando as imagens de uma bactéria, uma diatomácea e um leucócito, porém para a diferenciação de células eucariontes animais e vegetais, ao invés da utilização de células específicas através de fotografias (micrografias), que representam o mais próximo do real, mas ao invés disso, encontramos apenas os desenhos representativos padrões, com ilustrações (representativas) idealizadas pelo autor, o que não permite ao estudante fazer essa comparação. Já no segundo volume, a professora solicitou que os estudantes analisassem as imagens do capítulo referente aos tecidos, cujas imagens demonstravam células especializadas de acordo com o tipo de tecido. Baseando-se nessas comparações, a professora perguntou o porquê que o Volume I, utiliza uma representação básica e não específica de uma célula, enquanto no Volume II, as células são representadas de formas especializadas? Cujas respostas dos grupos foram:

Grupo 01: “A figura do livro de 1º ano é mais fácil para fazer devido a ser mais baixa. A figura do livro do 2º ano é mais difícil para identificar por causa que elas são diferentes.”

Grupo 02: “No livro do primeiro ano percebe que as formas e os componentes são mais detalhados e mais fácil de examinar e estudar do que do livro do 2º ano.”

Grupo 03: “No livro do primeiro ano vemos que as imagens trazem menos informação do que o do 2º ano. Pois o livro do 2º ano traz informações mais complexas.”

Grupo 04: “No primeiro ano as imagens são mais fáceis de lembrar, mas tem muita informação nelas. No segundo ano muda a forma, mas não tem muita coisa dentro dela.”

Grupo 05: “Percebemos que as formas do desenho do primeiro ano são mais fáceis de identificar do que a do segundo ano.”

Desse modo, ficou perceptível que existem equívocos e dificuldades de interpretação sob as representações celulares mais gerais presentes nos livros do 1º Ano e a associação com exemplos celulares mais específicos, como as hemácias, presentes nos livros do 2º ano. Essa problemática em relação às imagens sobre a célula e sua estrutura celular é algo já constante nas pesquisas que abordaram os conteúdos da Biologia Celular na Educação Básica e Superior. Nas pesquisas de Neves (2015); Neves; Carneiro-Leão; Ferreira (2016) e Silva et al. (2022), o imagético como um obstáculo nos estudos sobre a célula, cujos elementos constituintes (conceitos principais - membrana, citoplasma e núcleo, e subconceitos - organelas) apresentam-se em maior relevância em relação à célula propriamente dita, havendo necessidade do professor desmistificar essa ideia, evitando que o estudante não produza um modelo mental equivocado da célula.

Quando as figuras não são inseridas dentro de um contexto lógico, elas podem causar obstáculos na aprendizagem dos estudantes. Assim, as ilustrações servem como mediadoras da linguagem científica ao estudante. Entretanto, os livros abordam a célula de maneira fragmentada como indicado por Nascimento (2016), focando apenas em sua estrutura, enquanto noutro momento, enfoca a sua funcionalidade, seguindo os conteúdos programáticos.

Etapa 3 - Encontro III

A fase de Encontro é o momento em que o estudante durante as atividades irá confrontar seus conhecimentos prévios com as informações obtidas na etapa de Investimento e analisar se seus construtos continuam válidos ou precisam ser reformulados. Inicialmente, foram resgatados os conceitos trabalhados na aula anterior, para podermos abordar a relação entre o tamanho da célula e a capacidade do limiar visual humano, já citada no momento II.

Encontro: Momentos 4 e 5 - 3h/aulas

- **MOMENTO 4:** Observação e comparação sobre a análise da célula e suas estruturas celulares.

Aula 5 e 6: Observação de lâminas histológicas para estudo da estrutura celular com produção de tabela comparativa entre as células observadas.

Duração: 2h/a

Objetivo: Observação de lâminas de células eucarionte animal e vegetal. Visualizar os elementos celulares presentes. Elaborar uma tabela com as características entre as células observadas.

Metodologia: Divisão da turma em trios. Distribuição do protocolo das lâminas histológicas (epiderme da cebola, alga *Elodea*, estiração sanguíneo e mucosa oral). Observação das lâminas, das fotografias e da produção de quadro comparativo entre as características das células observadas por cada grupo.

Posteriormente, a professora lembrou as partes do microscópio óptico e a relação de aumento entre as lentes oculares e objetivas, utilizando o microscópio portátil da escola. Ela oportunizou lâminas de *Elodea*, epiderme de catafilo da cebola, mucosa da cavidade oral e células sanguíneas para serem observadas pelos estudantes e solicitou que durante a visualização dos materiais, os grupos fossem preenchendo a tabela.

Para demonstração da confecção de uma lâmina, a professora utilizou a *Elodea*, já que esta lâmina não necessita da manipulação de material biológico humano. Os estudantes observaram as quatro lâminas nos aumentos de 100x e 400x; e realizaram as anotações numa tabela entregue a eles. As observações foram individuais, entretanto as anotações foram realizadas pelo grupo formado na aula anterior. A partir disso, observamos que as aulas práticas já se mostraram atividades eficazes na construção do conhecimento e que se adéquam à proposta da etapa de Encontro, já que é neste momento, que os estudantes têm a oportunidade de aplicar de forma prática, as informações obtidas na etapa de Investimento.

Com efeito, Silva (2023) aponta a importância de o professor orientar os estudantes a realizarem trabalhos de forma cooperativa, pois ao se construir no coletivo, também se aprende com o outro. É nesse processo que o conhecimento é construído. Porquanto, esse pensamento aporta as ideias de Kelly (1963), considerando que o sujeito ao se envolver no processo, a experiência se torna significativa, vez que o sujeito experimenta diferentes eventos e, a partir deles, pode desenvolver melhor a sua capacidade de construir suas próprias réplicas.

Legey et al. (2012) discorrem que a observação de células e tecidos animais e vegetais ao microscópio pode facilitar a construção de um conceito funcional de célula. Medeiros (2015) discorre que a participação em atividades práticas contribui para a fixação do conteúdo, o qual está sendo abordado e ressignificar ideias dos estudantes, por meio da realização e da interpretação das etapas de uma investigação científica. Nascimento (2016) orienta que a atividade prática em laboratório pode ter êxito para a aprendizagem, no entanto dependem dos recursos e das metodologias utilizadas pelo professor para a assimilação das informações.

- **MOMENTO 5:** Análise e discussão dos quadros comparativos

Aula 7: Análise e discussão das tabelas comparativas das características observadas pelos estudantes entre as células.

Duração: 1h/a

Objetivo: Apresentação dos resultados observados nos quadros construídos pelos estudantes. Discutir possíveis dificuldades enfrentadas, semelhanças e diferenças observadas pelos grupos.

Metodologia: Apresentação oral dos estudantes dos resultados apresentados nos quadros após as observações das lâminas. Discussão sobre as principais diferenças entre as imagens do livro didático e as células observadas.

Durante esse momento, um representante de cada grupo leu as anotações e as respostas para cada lâmina observada, as quais foram debatidas com os demais grupos, indicando e justificando as semelhanças, e diferenças em suas respostas. Nesse viés, oportunizamos algumas considerações explicitadas durante o debate a partir de critérios comparativos apontados pelos estudantes.

- Descrição da lâmina: Para as lâminas de tecido vegetal, todos os grupos descreveram as células como organizadas, bem separadas e com coloração natural na *Elodea*, por causa dos cloroplastos, mas era necessário o uso do corante para a cebola. Para os tecidos animais, as células em ambos não apresentavam organização aparente e houve necessidade do uso de corante na lâmina da mucosa oral.

- Estruturas observadas: Para a *Elodea* todos os grupos identificaram os cloroplastos, o citoplasma e a parede celular. Na epiderme da cebola, identificaram principalmente a parede celular e o núcleo, enquanto apenas três grupos identificaram o citoplasma. Para a mucosa oral, todos os grupos identificaram a membrana, o citoplasma e o núcleo, enquanto que no estirado sanguíneo apenas a membrana delimitando a célula.

- Comparação com imagens do livro didático: Para a lâmina de *Elodea*, os estudantes apontaram que nos livros as imagens são mais detalhadas, enquanto na observação do microscópio só é possível identificar algumas dessas estruturas. Nas lâminas de cebola e da mucosa, os estudantes apontaram que só havia semelhança na representação do núcleo. Já as células do estirado sanguíneo estavam iguais às representadas no livro do 2º ano.

- Desenho da lâmina observada: Cada grupo desenhou a imagem como visualizou no microscópio com aumento de 400x.

Os resultados obtidos na identificação das estruturas celulares corroboraram para os trabalhos de Cunha (2011), Medeiros et al. (2015) e Guimarães; Castro; Bautz (2016), os quais indicaram que os estudantes reconhecem mais facilmente a membrana, o citoplasma e o núcleo, em detrimento de outras organelas. Diante disso, a nossa intenção foi possibilitar que os estudantes conseguissem se aproximar da célula e de suas estruturas, fazendo um contraponto com as imagens do livro, permitindo-os reverem suas ideias, colaborando, assim, com o seu processo de aprendizagem conceitual.

Etapa 4 - Validação

Na etapa para identificar se as situações criadas na etapa de Encontro seriam suficientes para corroborar com a modificação de conceitos sobre a célula pelos estudantes, utilizamos a construção de modelos didáticos. É nessa etapa que ocorrem as confirmações ou as desconfirmações das hipóteses, as quais encaminharão o sujeito às novas formações de construtos na etapa posterior (KELLY, 1963).

IV Encontro: Momentos 6 - 2h/aulas

- **MOMENTO 6:** Confeção de modelos didáticos da célula

Aula 8 e 9: Confeção de modelos didáticos da diversidade celular e estrutura celular eucarionte e procarionte

Duração: 2h/a

Objetivo: Confeccionar modelos didáticos da diversidade celular e estrutura celular buscando diminuir a abstração conceitual.

Metodologia: Entrega de materiais (isopor, tintas guache, pinceis, cola de silicone, cola branca, massa de modelar, garrafa pet, gel de cabelo, tesoura) pelo professor para a elaboração de um tipo celular e modelo didático representativo da célula.

Nesse momento, esperávamos que os estudantes optassem por construir modelos não baseados nas imagens dos livros didáticos, mas sim, em células diferenciadas. Cada grupo debateu e escolheu o tipo de célula, sem que houvesse a intervenção do professor. Para Silva e Neves (2019), ao se promover o debate sem ala de aula, o professor estimula o senso crítico dos estudantes, permitindo que eles possam explicitar suas ideias e, a partir delas, ressignificarem suas concepções, aproximando-as do conhecimento científico. Assim, foram escolhidos para a construção de MD: hemácia, bactéria, neurônio, espermatozoide e célula vegetal de *Elodea*. Após pesquisarem algumas informações na internet, houve o início da construção dos modelos.

Observou-se, por isso, que os estudantes se mostraram animados e participativos durante a construção. Esse envolvimento e dinamismo dos participantes, quando da construção de modelo é citada na pesquisa de Guimarães; Castro; Bautz (2016), apontando que os modelos didáticos contribuem no processo de ensino-aprendizagem e permitem a participação ativa do estudante seja na construção ou no manuseio, o que conflui com as ideias de Nascimento (2016), destacando que os modelos didáticos representam um aporte didático que mais contribui para a aprendizagem da Biologia Celular. Assim, os MD são recursos que contribuem para a diminuição da abstração e que promovem uma melhor assimilação do conteúdo adaptada à realidade das escolas da rede pública de ensino, as quais carecem de espaços e de materiais específicos para aulas práticas mais elaboradas (DANTAS et al., 2016).

Etapa 5 - Revisão Construtiva

A etapa final do Ciclo de Experiência visa avaliar os construtos finais dos estudantes relativos aos eventos vivenciados, buscando identificar se houve ou não a reformulação conceitual pretendida. Vale ressaltar que, devido à necessidade de suspensão das aulas presenciais, essa etapa foi realizada de forma remota.

V Encontro: Momentos 7 e 8 – 3h/aulas

- **MOMENTO 7:** Exposição dos modelos didáticos sobre a célula

Aula 10 e 11: Apresentação dos modelos didáticos sobre a célula pelos grupos

Duração: 2h/a

Objetivo: Apresentar os modelos didáticos elaborados pelos estudantes referentes às células procariontes e eucariontes.

Metodologia: Apresentação oral do modelo construído com indicação do tipo de célula, função, escalas de tamanho e a escolha daquele determinado tipo celular.

Após a finalização da etapa de validação, três modelos foram produzidos: espermatozoide, bactéria e célula vegetal, conforme a figura 1.



Figura 8: Modelos didáticos construídos pelos estudantes no Momento 7 - Etapa de Revisão Construtiva.
Fonte: Os Autores

Diante da sua produção, os estudantes discutiram entre si e apresentaram as suas considerações sobre o modelo didático construído, as dificuldades apresentadas e o que compreenderam durante a atividade, como evidenciados a seguir:

Grupo 01: “O espermatozoide é uma célula que só tem no homem e é produzida na adolescência até a velhice e em muita quantidade. A função dele é carregar metade do material genético que vai formar um novo ser durante a fecundação. Na hora de montarmos a maquete foi muito bom, pois enquanto fazíamos, a gente também falava a respeito do tema. Teve uma hora que foi um pouco difícil, principalmente na parte de organizar todas as estruturas pra ficar tudo certinho e bonito.”

Grupo 02: “As bactérias são muito pequenas que só dar pra ver no microscópio diferente, podem ajudar na natureza, mas também causa doenças aos humanos. Por dentro apresentam membrana plasmática, parede celular, citoplasma, material genético e elas não possuem núcleo. Nós ficamos satisfeito pelo modelo e foi bom fazer, é legar mexer com os materiais. Nós usamos uma garrafa pra dar o formato, massinha, e pra fazer o citoplasma colocamos gel. Ficou bem legal.”

Grupo 03: “A célula vegetal é a célula que forma todas as plantas. É diferente da dos humanos porque tem a tinta verde que é chamada de clorofila. Tem outras estruturas também que ajudam ela a sobreviver e que não tem nas nossas. As células vegetais fazem fotossíntese pra ter alimento e crescer e dar fruto. A maquete foi fácil de fazer, só foi ruim na hora de colar a parede com emborrachado e a gente derrubou o gel, mas ficou bem parecido com o que a gente viu no microscópio e tirou foto. Fazer mesmo que fique feio é muito bom e divertido.”

Acreditamos que o fato desta etapa ter sido realizada remotamente pode ter influenciado na qualidade da resposta, pois com a presença da professora para realizar as arguitivas, seria possível obter uma argumentação mais detalhada, como também, mais informações dos estudantes durante as explicações. Todavia, existiram momentos como o proporcionado pelo grupo 01, o qual estabeleceu exemplo de ato reflexo, que foi utilizado pela docente durante a aula expositiva dialogada, e agora resgatado pelos estudantes para essa atividade, ainda que sem uma explicação mais completa, o que demonstra que eles acompanharam as discussões em sala.

Sobre a associação da organela a uma função específica da célula, apenas o grupo 05, cita a fotossíntese, entretanto não indica o cloroplasto como a estrutura responsável por esse processo celular. Também, nenhum dos grupos comparou o tamanho real da célula que escolheram, com a escala utilizada para construção do MD. Portanto, é possível presumir que se a atividade tivesse acontecido presencialmente, essa discussão poderia ser abordada pela docente, visando esclarecer que os MD são representações e não exemplos fiéis da realidade, conforme indicado por Dantas et al. (2016).

Ainda nesse sentido, dois grupos confeccionaram células tridimensionais, o que segundo Freitas (2016) e Silva et al. (2014) é importante, visto que ao manipular e ao observar o modelo por diferentes ângulos, o estudante pode questionar suas noções de altura e de profundidade de uma célula, em contrapartida as imagens dos livros didáticos. Conforme exposto por Dantas et al. (2016) e Guimarães; Castro; Bautz (2016), os modelos didáticos podem retratar de forma mais simplificada estruturas e processos biológicos, oportunizando um maior entendimento.

Um ponto bastante significativo foi a reação comum a todos os participantes, a partir de um sentimento de “diversão”, associado ao momento de construção dos modelos, tendo como fator estimulante para a aprendizagem como o interesse e a participação no processo de apropriação de conceitos, como apontado por Carlan, Sepel e Loreto (2013) e Silva et al. (2014), que notaram maior motivação dos seus estudantes e melhor compreensão conceitual, após a utilização de MD nas aulas. Assim, os estudantes apresentaram respostas com maior argumentação, ao comparadas ao resultado do pré-teste, ainda que não se aprofundassem nas explicações e nos exemplos.

A realização dessa atividade e seu acompanhamento na sua elaboração final em função do curto espaço de tempo em situação pandêmica, foi fundamental na alteração das construções dos estudantes, representa um ganho significativo em se tratando do conceito em questão. Assim, a elaboração de modelos relacionados a um tipo celular, possibilitaram aos estudantes o engajamento no processo de ressignificação conceitual, pois como aponta Hall et al. (2000), que a construção da realidade ou de sua interpretação está relacionada ao sistema de construtos pessoais desenvolvidos pelo sujeito, pois quando o indivíduo revisa as suas colocações, ele tende a reconstruir suas opiniões de maneira mais elaborada.

Isso foi demonstrado quando do uso de MD pode colaborar com uma aprendizagem mais efetiva e significativa com a aprendizagem, conforme apontam Silva et al. (2014) e Silva et al. (2016) e explicitando que o processo de aprendizagem é otimizado quando o estudante é protagonista da ação. Tal situação, que também é uma das premissas da BNCC (BRASIL, 2018), o que pode ser mais perceptível nos grupos 01, 02, 04 e 05.

- **MOMENTO 8:** Ressignificação de conceitos sobre a célula

Aula 12: Finalização da Sequência Didática sobre a célula

Duração: 1h/a

Objetivo: Analisar as concepções e possíveis ressignificações do conceito de célula após a aplicação da Sequência Didática.

Metodologia: Aplicação do questionário pós-teste pelo professor, com as cinco questões utilizadas no pré-teste.

A sequência didática foi concluída com a aplicação do pós-teste, sendo este constituído pelas mesmas cinco perguntas do pré-teste, para que fosse possível realizar uma comparação e identificar uma possível reformulação de construtos. Como primeira argutiva, os estudantes responderam a sua compreensão atual sobre o que seria uma célula, conforme o quadro 8, a seguir:

Quadro 8: Concepções (pós-intervenção) de estudantes acerca do que seria uma célula

Estudantes	Considerações
E1	“É a menor unidade dos seres vivos”
E2	“É a menor unidade de tudo que é vivo”
E3	“A célula é que forma tudo que é vivo da planta até um animal”
E4	“É a menor parte de toda estrutura do corpo de um ser vivo”
E5	“É um conjunto de molécula minúscula”
E6	“É a menor unidade dos seres vivos”
E7	“É a menor unidade dos seres vivos”
E8	“É uma pequena parte de todos os seres vivos”
E9	“É a menor parte de todos os seres vivos”
E10	“É a menor unidade dos seres vivos”
E11	“É o que forma todos seres vivos sem exceção”
E12	“É uma estrutura formada por moléculas, em todos os seres vivos”
E13	“É a menor unidade dos organismos vivos”
E14	“É a estrutura básica de todo ser vivo.”
E15	“São as menores unidades funcionais e estruturais dos seres vivos.”

Fonte: Os Autores

Após a aplicação da intervenção, as respostas dos estudantes no pós-teste apresentaram crescimento na sua evolução conceitual e argumentativa, principalmente, quando comparadas às primeiras respostas no pré-teste. Fato que corrobora com a pesquisa de Neves; Carneiro-Leão e Ferreira (2012), enfatizando que ao se utilizar o CEK como aporte de estudos conceituais, existe um aumento significativo do sujeito nas suas construções iniciais e finais, devido a sua experiência com os eventos. Assim, é possível perceber uma apresentação mais concisa e direta, em que eles apontam a célula como estrutura presente em todos os seres vivos, sendo que somente E3 utilizou “animais e plantas” como exemplos. No trabalho de Cunha (2011), alguns estudantes compreendiam a célula como algo desvinculado da constituição de um organismo vivo. Já Ferreira; Meneses; Nascimento (2013), apontam que a maior parte dos alunos atribuiu a célula como unidade dos seres vivos em geral.

Diferentemente das respostas anteriores do pré-teste, nenhum dos estudantes permaneceu com exemplos voltados ao corpo humano e, unicamente E15, associou a funcionalidade da célula, ainda que de maneira geral. Vale ressaltar que, as palavras “partículas” e “micropartículas”, as quais foram bastante evidentes no pré-teste, estão ausentes nestas respostas. Já a palavra molécula foi citada por E5 e E12, sendo que no primeiro, ainda com uma conceituação inconsistente e, no segundo, inserido no contexto de níveis de organização dos seres vivos. Quanto ao tamanho da célula, E3, E11, E12 e E14 não realizaram tal associação. Isso demonstra que tal temática ainda deve ser mais bem trabalhada, pois como citado anteriormente, a abstração ainda é um grande obstáculo para a compreensão do conceito de célula (FERREIRA; MENESES; NASCIMENTO, 2013; NEVES, 2015; NASCIMENTO, 2016; MOTA JÚNIOR, 2019; SANTOS, 2019).

Diante disso, a mudança de percepção evidenciadas nas respostas dos estudantes, indica que as diversas atividades da sequência didática aplicada contribuíram par um avanço no entendimento da diversidade celular, quanto às suas variadas formas e funções, conforme corroborado por Ferreira; Meneses; Nascimento (2013), Silva et al. (2014) e Dantas et al. (2016). Também, observamos que embora existisse uma mecanização de termos e de conceitos presente nas explicações dos estudantes, eles conseguiram reconstruir terminologias e ideias, as quais eram bastante inconsistentes, estruturando melhor a suas respostas com informações mais coesas e próximas da visão científica. Como segunda arguitiva, os estudantes responderam sobre a funcionalidade de uma célula, conforme o quadro 9, a seguir:

Quadro 9: Concepções (pós-intervenção) de estudantes sobre a função de uma célula.

Estudantes	Considerações
E1	“Para formação e desenvolvimento dos seres humanos”
E2	“Para formação de órgãos, tecidos, músculos, tendões, entre outras.”
E3	“Servem para forma um indivíduo e gerar órgão, trazer oxigênio e etc.”
E4	“Servem para da energia a cada parte do corpo”
E5	“Uma das funções é enviar rapidamente uma alerta para o sistema nervoso”
E6	“Para a formação e desenvolvimento de todos os seres vivos”
E7	“Para a formação e desenvolvimento dos seres vivos”
E8	“Além das funções, elas também constituem o corpo do ser vivo”
E9	“A principal função dela é formar um ser vivo e realizar todas as atividades”
E10	“Para a formação e desenvolvimento dos seres vivos”
E11	“Servem para forma estrutura, formas e também os seres vivos”
E12	“Servem pra formar nossas estruturas, feito o sangue”
E13	“Não, cada uma tem a sua própria função, como o espermatozoide e a reprodução”
E14	“Dar forma ao corpo, e fazer todas as atividades.”
E15	“Cada célula tem uma função certa, a da hemácia é carregar sangue e ferro, por exemplo.”

Fonte: Os Autores

Diferentemente do pré-teste, a maior parte dos estudantes, E1, E2, E3, E6, E7, E8, E10, E11 e E14, associaram a funcionalidade da célula à formação do corpo e E6, E7, E8, E9, E10 e E1, apontaram que servem para formação de todos os seres vivos. Tais respostas coincidem com as apresentadas na pergunta anterior do pré-teste. Já E1 e E3 citaram diretamente que as células serviam para a formação do corpo humano, enquanto E2, E5, E12 e E15, indiretamente, explicitaram essa ideia, quando descreverem exemplos do metabolismo humano. Assim, é possível notar que houve uma evolução conceitual nas concepções dos estudantes, ainda que em menor expressividade.

Em seu trabalho, Legey et al. (2012), justificou que tais resultados refletem a familiaridade de compreensão do funcionamento do corpo humano, em detrimento das atividades metabólicas microscópicas. Vale ressaltar que, os estudantes indicaram um quantitativo maior de exemplos de funções celulares mais específicas como os presentes na resposta de E2, E4, E5, E12, E13 e E15, sendo apenas E13 e E15, a relacionarem diretamente com um tipo celular e sua função específica. Enquanto isso, E3, E7, E9, E10 e E11, associaram-na ao desenvolvimento do ser vivo, no sentido de crescimento em tamanho.

Diante disso, observamos as respostas mais significativas, pois antes, eram evasivas e desconexas do campo científico, contudo, tem-se agora uma visão mais coesa e entendível dessa relação. Para tanto, Santos (2019), discorre que a compreensão da célula como indispensável na organização formação dos seres vivos em geral, favorece o seu entendimento e a sua importância, enquanto base para todos os processos biológicos. Como terceira argutiva, os estudantes foram indagados se todas as células seriam iguais, conforme o quadro 10, a seguir:

Quadro 10: Concepções (pós-intervenção) de estudantes sobre se as células seriam iguais.

Estudantes	Considerações
E1	“Não. Porque elas têm tamanho e forma diferentes”
E2	“Não, existem vários tipos de célula como espermatozoide, óvulo, célula vegetal, anima, entre outras.”
E3	“Não, porque tem estruturas diferentes, funções. Não são as mesmas de outras células existentes”
E4	“Não, porque cada célula tem sua estrutura”
E5	“Não são iguais porque algumas delas tem função diferentes.”
E6	“Não, porque todas tem estruturas e tamanhos diferentes.”
E7	“Não. Elas têm formas e estruturas variadas.”
E8	“Não, por que cada uma tem a sua função diferentes nos seres vivos.”
E9	“Não, cada uma tem uma forma e uma função diferente.”
E10	“Não. Porque elas têm formas, tamanhos e fazes coisas diferentes.”

E11	“Não, elas têm forma e função diferente.”
E12	“Não, as células não são iguais.”
E13	“Não. Por dentro tem quase as mesmas estruturas, mas função diferente.”
E14	“Não. Existem as procarionte e eucarionte animal e vegetal”
E15	“Não, todas tem organelas, mas nem sempre tem núcleo.”

Fonte: Os Autores

Sobre a terceira argutiva, em linhas gerais, os estudantes apresentaram respostas similares ao pré-teste, cujas associações entre termos “forma”, “estrutura”, “tamanho” e “função” foram utilizadas para apontar as possíveis diferenças entre elas. Todavia, E2 usou exemplos de tipos celulares para justificar as diferenças entre células, enquanto E3 e E4 apontam ainda que, de forma simples, a diferença em relação às estruturas, enquanto E14 e E15 discorrem sobre a diferença entre procariontes e eucariontes; e a presença do núcleo como elemento diferenciador, respectivamente.

Por conseguinte, a dificuldade em reconhecer e nomear as organelas também foram descritas por Cunha (2011), Legey et al. (2012) e Mota Junior (2019), os quais explicaram que, embora os estudantes soubessem que a célula possuía estruturas em seu interior, não foram capazes de identificá-las. Isso pode ser justificado pela dificuldade em assimilar os termos científicos complexos, necessários para descrever as organelas celulares (MOTA JUNIOR 2019). Como quarta argutiva, os estudantes foram indagados sobre a relação entre forma e função das células de todos os seres vivos, as respostas ainda foram bastante simplificadas conforme apresentadas no quadro 11, a seguir.

Quadro 11: Concepções (pós-intervenção) de estudantes sobre a relação entre as células, enquanto forma e função.

Estudantes	Considerações
E1	“Não, porque elas variam de acordo com cada ser vivo”
E2	“Não. Porque, as células das plantas têm clorofila, já os humanos não tem isso é só um exemplo de vários.”
E3	“Não porque cada célula se comporta diferente um das outras. Exemplo a célula do cerebro tem função diferentes das outras células.”
E4	“Não, porque a células de um ser vivo tem mais estrutura do que a de uma bactéria.”
E5	“Não porque a célula animal tem uma função é a da bactéria outra.”
E6	“Não, porque elas mudam de acordo com cada ser vivo. Exemplo: plantas produzem fotossíntese, e nós seres humanos não.”
E7	“Não. Variam de acordo com cada ser vivo.”
E8	“Não, porque a célula humana é diferente de uma bactéria, vai varia para cada ser vivo.”
E9	“Não, porque a estrutura pode ser igual mais a função é diferente, como por exemplo a célula do estômago é diferente da célula do fígado, mas são formadas pelas mesmas estruturas.”
E10	“Não, porque elas variam de acordo com cada ser vivo. Exemplo: plantas tem cloroplasto e humanos não tem.”
E11	“Não, porque as células variam pelo tipo de ser vivo.”
E12	“Sim. Nos seres vivos tem funções iguais.”
E13	“Não, elas tem estruturas com função igual como o DNA mas outras estruturas varia, como a clorofila que tem nas plantas.”
E14	“Não, cada órgão tem suas células específicas.”
E15	“Não, existem diferenças entre as células animais e vegetais.”

Fonte: Os Autores

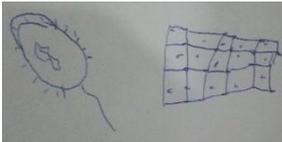
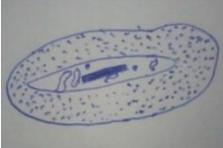
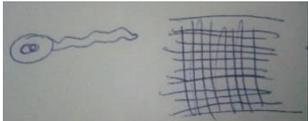
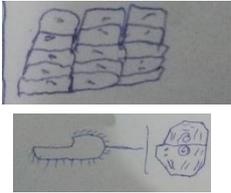
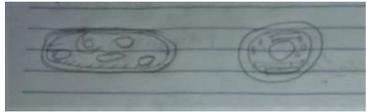
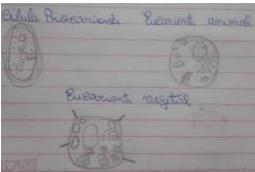
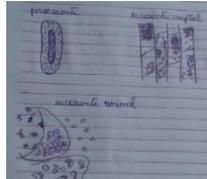
Observando o quadro acima, apenas o E12 enfatizou uma resposta vaga, enquanto a maioria apresentou ideias bem mais estruturadas, quando, por exemplo, considerando as diferenças entre forma e função das células, cujas respostas do E1, E7, E8, E10 e E11 variaram de acordo com o ser vivo. As bactérias foram mencionadas por E4, E5 e E8 como modelos de comparação, possivelmente, por ser um organismo de organização mais simples. Já E2, E6, E13 e E15 apresentaram respostas mais próximas do conhecimento científico, destacando elementos com a presença de clorofila e os

cloroplastos para a realização da fotossíntese e para diferenciar as células vegetais dos demais tipos. Enquanto E14 indicou que a diferenciação ocorre de acordo com os órgãos.

Para Mota Júnior (2019) novas informações são assimiladas a estrutura cognitiva do sujeito, quando apresentadas de forma perceptível e relevante ao indivíduo, como associá-los a atividades ou a situações mais comuns do cotidiano do estudante, o que ocorreu, principalmente, por meio das atividades práticas possibilitando observação mais *in locu* dessas estruturas. Em razão disso, E2, E3, E6, E8 e E9 se referiram a exemplos voltados ao funcionamento do corpo humano, sendo que o E9 utilizou tipos celulares específicos para exemplificar.

Portanto, demonstra que os alunos começaram a observar outros aspectos antes não considerados, ainda que suas respostas fossem pontuais, fato promovido a partir de sua experiência no processo de reconstrução. Vale ressaltar que, essa argutiva quando comparada ao pré-teste, as respostas dos estudantes se apresentaram com maior quantidade de exemplos, principalmente, pelo E2, E3, E4, E6, E8, E9, E10 e E13. Como a quinta argutiva, foi solicitado aos estudantes que “desenhassem” células, eucarionte e procarionte, conforme o quadro 12, a seguir.

Quadro 12: Modelos mentais (pós-intervenção) de estudantes sobre a célula procariontes e eucarionte.

Estudantes		
E1 	E2 	E3 
E4 	E5 	E6 
E7 	E8 	E9 
E10 	E11 	E12 
E13 	E14 	E15 

Fonte: Os Autores

Essa quinta e última argutiva apresentou maior modificação conceitual, quando comparada às respostas iniciais, pois grande parte dos estudantes representou as células como as utilizadas para construção dos modelos didáticos, ou seja, a partir do modelo eles começaram a refletir sobre a célula e a estrutura celular, evidenciado nos “desenhos” de E1, E2, E4, E6, E8 e E10, por meio de um neurônio. Na representação de uma bactéria pelo E3, E6, E11, E13, E14 e E15, e o espermatozoide por E7, E8 e E9. Augusto et al. (2016) discorrem que os modelos tridimensionais, semelhantes aos confeccionados pelos estudantes, aproximam a real morfologia de uma célula, em detrimento das imagens planas e unidimensionais presentes nos livros didáticos. Dessa forma, coopera para um entendimento da forma celular para além do “ovo-frito” - arredondada e estática.

A célula vegetal esteve presente nas concepções de E3, E9, E11 e E15 na forma de tecido como visualizado em microscópio e nas concepções de E13 e E14. Essa condição explicita a importância das aulas práticas experimentais, demonstrando que o momento prático, ainda que apenas na observação *in locu*, proporcionou a captação de elementos a vista desarmada e colaborou para que o estudante conseguisse desenvolver melhor a suas ideias conceituais (MEDEIROS et al., 2015; SILVA, 2016). Já Santos (2019) afirma que a diversidade de formas da célula se torna mais real para o estudante quando este confronta o teórico com o prático, como quando compara a célula vegetal vista no microscópio à sua representação no livro didático.

Observamos que alguns “desenhos” em E2, E5, E6, E10 e E12; apresentaram-se sem forma aparente. Ao mesmo tempo em que E1, E2, E10, E11, E12, E13 e E14 permanecem com um modelo mental de células eucariontes sem diferenciação, ou seja, esquemas comumente utilizados em livros didáticos. Isso demonstra que os estudantes ainda utilizam informações imagéticas nesses manuais de ensino, para compor a sua imagem mental de uma célula, com baixo dinamismo em suas formas e funções (CUNHA, 2011). Enquanto para Santos (2019), essa representação simplista comumente não desperta o interesse dos estudantes, resultando na memorização de estruturas mais citadas.

Vale ressaltar que, nenhum estudante abordou a forma usual de “ovo frito”, contrariando as concepções obtidas anteriormente. Isso é bastante significativo e demonstra que os alunos começaram a perceber a relação entre célula e estrutura celular, visto que na pesquisa de Neves (2015), quando do estudo sobre a célula com estudante da Educação Superior, foi bastante presente esse tipo de modelo de representação celular. Logo, os educandos conseguiram demonstrar essa dissociação entre célula e estrutura celular, comparados aos alunos de licenciatura em ciências biológicas, os quais detêm conceitos mais definidos, isso é relevantemente importante.

Por conseguinte, o processo de intervenção didática estruturada com base no Ciclo da Experiência tornou-a SD mais significativa, o que se reflete no grau de sofisticação das modificações observadas anteriormente, pois de acordo com Kelly (1963), só há modificação nos sistemas de construtos ou nos processos de construção, quando os indivíduos estão de fato, engajados na experimentação de um evento. Entendendo-se por experimentação um processo complexo, composto pelas etapas de antecipação, investimento, encontro, validação e revisão construtiva, tal como explicitado no ciclo.

Considerações finais

A célula é a unidade básica de todo ser vivo e o entendimento de suas estruturas e seu funcionamento são extremamente necessários para a compreensão de temas científicos atuais. O ensino de Biologia de forma geral abrange o estudo de estruturas, de processos e das reações que na maioria dos casos, ocorrem em nível microscópico ou molecular, o que dificulta o acompanhamento devido as suas proporções ínfimas, como exemplo, o estudo da célula.

Outras dificuldades elencadas inicialmente pelos estudantes estão na identificação de estruturas internas e da funcionalidade, correlação da célula como unidade vital de organismos

multicelulares e na compreensão da diversidade celular, sendo esses obstáculos apontados em pesquisas educacionais em nível básico ou superior. Assim, existe necessidade do uso de propostas diferenciadas para buscar a mudança conceitual e minimizar essas dificuldades, colaborando com a aprendizagem dos estudantes.

As atividades foram pensadas visando à realização da reconstrução conceitual e às escolhidas mediante as características da turma, sendo a visualização das lâminas e a construção do modelo didático como as mais interessantes para os estudantes. A prática experimental, ainda que em sala de aula, e apenas na observação microscópica, não tendo a estrutura física apropriada presente em um laboratório de ciências, aproximou o conhecimento científico à realidade dos estudantes, enquanto a produção do modelo didático, colocou-os como participantes ativos no processo da construção, emergindo e potencializando habilidades e competências de caráter lúdico, comunicativo e artístico, estimulando e permitindo ao estudante maior interatividade com o tema.

A aplicação de uma Sequência Didática elencada a outros aportes como Ciclo de Experiência de Kelly promoveu subsídios para o processo de construção do conhecimento mediante uma aprendizagem significativa, a partir de etapas em que os estudantes tiveram contato com diferentes recursos didático-pedagógicos, envolvendo as aulas teóricas e as práticas. Isso favoreceu o crescimento conceitual dos estudantes e colaborou para o preenchimento de algumas lacunas, principalmente, quando a observação de elementos imperceptíveis ao olho humano, foram trazidos para uma projeção mais dinâmica e atrativa.

O CEK que balizou as etapas da SD se mostrou como uma proposta metodológica viável, visto que a cada etapa, indicava-se o que deveria ser alcançado e permitiu que o professor pudesse escolher; conduzir e decidir livremente, sobre as atividades que seriam mais adequadas às condições de tempo e de espaço, além das especificidades dos estudantes envolvidos. Assim, CEK se representa como uma metodologia que pode ser adaptada a qualquer temática de componentes curriculares diversos, pois ao se estruturar a intervenção didática nas cinco etapas que compõem o CEK, permite que os envolvidos sejam beneficiados, vez que o professor se envolve e organiza ideias e propostas de atividades didáticas com base em uma teoria cognitiva para estabelecer a sequência pré-estabelecida, enquanto o estudante ao se engajar na sequência, estimula os seus processos cognitivos, propiciando melhor aprendizagem.

Destarte, a utilização do CEK para estruturar a intervenção e ao mesmo tempo estimular os processos cognitivos dos alunos foi bastante significativa, haja vista que alteraram suas concepções iniciais com relação ao conceito de célula, por meio do “redesenho” dos modelos mentais, saindo de projeções com estruturas amorfas e o “ovo-frito”, para construções mais próximas do conhecimento científico. Outrossim, a Sequência Didática se mostrou uma proposta interessante para replicação com estudantes da rede básica de ensino, sendo importante o desenvolvimento de maiores estudos que fomentem propostas dinâmicas e interativas, colocando-os como atores principais e possibilitando a mudança conceitual.

Referências bibliográficas

Alberts, B. et al. (2017). *Fundamentos da Biologia Celular*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed.

Alcântara, L. F. de M. (2018). *Análise de videoaulas de embriologia do “Youtube” como recurso pedagógico: uma avaliação baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, Vitória de Santo Antão, Pernambuco.

Augusto, I. Monteiro, D.; Girard-Dias, W.; Santos, T. O.; Belmonte, S. L. R.; Oliveira, J. P., Mauad, H.; Pacheco, M. S.; Lenz, D.; Bittencourt, A. S.; Nogueira, B. V.; Santos, J. R. L.; Miranda, K.; Guimarães, M. C. C. (2016). Virtual Reconstruction and Three-Dimensional Printing of Blood Cells as a Tool in Cell Biology Education. *PloS one*, 11 (8), e0161184, 1-13.

Brasil (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC.

Brasil (2018). *Base Nacional Curricular Comum*. MEC: Brasília.

Carlan, F. A.; Sepel, L. M. N.; Loreto, E. L. S. (2013). Explorando diferentes recursos didáticos no Ensino Fundamental: uma proposta para o ensino de célula. *Acta Scientiae*, 15(2), 338-353.

Cunha, K. M. C. B. da (2011). *O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina Biologia do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola pública do Rio de Janeiro* (Dissertação de Mestrado). Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Dantas, A. P. J.; Dantas, T. A. V.; Farias, M. I. R.; Silva, R. P.; Costa, N. P. (2016). Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: *Anais III Congresso Nacional de Educação*, Rio Grande do Norte, Natal.

Duit, R.; Gropengießer, H.; Kattmann, U.; Komorek, M.; Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction - A Framework For Improving Teaching And Learning Science. In Doris, J. e Dillon, J. (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (pp.13–37). Netherlands: Sense Publishers.

Ferreira, O. M. F.; Meneses, A. S.; Nascimento, L. M. M. (2013). Avaliação de uma Sequência Didática sobre Células para o Ensino Fundamental. *Anais IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia, São Paulo.

Freitas, W. G. da S. *O olhar complexo do licenciando em ciências biológicas sobre o transplante cardíaco e a série médica House MD. como instrumento de potencialização do processo de ensino-aprendizagem* (2016). (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

Guimarães, E. G.; Castro, L. S.; Bautz, K. R.; Lemos, G. R. (2016). O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de biologia celular. *Anais VI Encontro de Iniciação à Docência*, Universidade do Vale do Paraíba, São Paulo.

Gama, A. F. (2012). *A Célula no Divã: Representações de Imagens de Células entre estudantes do Ensino Médio a partir de uma perspectiva cultural* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

Hall, C. S.; Lindzey, G. & Campbell, J. B. (2000). *Teorias da Personalidade*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed.

Kelly, G. A. (1963). *A theory of personality: the psychology of personal constructs*. New York: W.W. Norton.

Legey, A. P.; Chaves, R.; Mól, A. C. A.; Spiegel, C. N.; Barbosa, J. V.; Coutinho, C. M. L. M. (2012). Avaliação de saberes sobre a célula apresentados por alunos ingressantes em cursos superiores da área biomédica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 203-224.

Lyra Filho, E. M. (2017). *Análise da evolução conceitual de alunos do 7º ano que utilizam recursos audiovisuais na aprendizagem de ciências, dentro da teoria dos construtos pessoais de Kelly* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

- Medeiros, A. M. de.; Lima, R. M. de O.; Rodrigues, E. C.; Dias, M. A. da S. (2015). O desenvolvimento da aprendizagem em Biologia através da experimentação. *Anais IV Encontro de Iniciação à Docência da UEPB*, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- Minayo, M. C. S. (2014). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 4ª ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco.
- Mota Júnior, J. S. (2019). *Limites e possibilidades no ensino de citologia à luz dos livros didáticos de ciências aprovados pelo PNL D 2017 e da Base Nacional Comum Curricular* (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe.
- Nascimento, J. V. do. (2016). *Citologia no ensino fundamental: dificuldades e possibilidades na produção de saberes docentes* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Matheus, Espírito Santo.
- Neves, R. F.; Carneiro-Leão, A. M. A.; Ferreira, H. S. (2012). A interação do ciclo da experiência de Kelly com o círculo hermenêutico-dialético para a construção de conceitos de Biologia. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18(2), 335-352.
- Neves, R. F. das (2015). *Abordagem do conceito de célula: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)* (Tese de Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.
- Neves, R. F.; Carneiro-Leão, A. M. A.; Ferreira, H. S. (2016). A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(1), Abr., 94-105.
- Santos, J. P. da S. (2016). Utilizando o Ciclo da Experiência de Kelly para analisar visões de ciências e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.
- Santos, M. R. F. dos. (2019). *Percepções de discentes da 1ª série do ensino médio, matriculados/as em uma escola pública de João Pessoa/PB a respeito do termo célula* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.
- Severino, A. J. (2018). *Metodologia do Trabalho Científico*. 24ª ed. São Paulo: Cortez.
- Silva, A. X.; Silva, A. T. M.; Silva, R. A.; Neves, R. F. (2022). Aplicação da Teoria de Mayer na Análise de Multimídias em Vídeos no “Youtube” sobre Célula. *Revista Ciências e ideias*, 13(1), jan./mar., 15-35.
- Silva, A. M. da. & Neves, R. F. da. (2019). A Célula como precursora de Temas Controversos da Ciência. *Anais XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio Grande do Norte, Natal.
- Silva, E. E.; Ferbonio, J. T. G.; Machado, N. G.; Senra, R. E. F.; Campos, A. G. (2014). O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 9(9), 65-75.
- Silva, A. M.; Zanesco, C.; Cazarotto, A. R.; Borsoi, F. T.; Dervanoski, C.; Marolli, C.; Zanella, K. A.; Resende e Silva, D. T.; Bagatini, M. D. (2016). O ensino de Ciências Biológicas-uma experiência teórico-prática com alunos do ensino médio de escolas públicas. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 7(2), 99-104.

Silva, R. A. da. (2023). *A Construção do Conceito de Metabolismo com Estudantes do Ensino Médio: traçando relações entre Garfield e Scooby-Doo para a saúde humana* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

Zabala, A. (2015). *A Prática Educativa - Como Ensinar*. Porto Alegre: Artmed.