



INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS CAMPO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

MYLENA IASMIM FIGUEIREDO PIRES

USO DE MODELOS CONCRETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DA IMPRESSÃO
3D NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL

Campo Grande

2021

MYLENA IASMIM FIGUEIREDO PIRES

**USO DE MODELOS CONCRETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DA IMPRESSÃO
3D NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo *Campus* Campo Grande do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Dr. Airton José Vinholi Júnior

Campo Grande

2021

P667u Pires, Mylena Iasmim Figueiredo
Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a estudantes com deficiência visual / Mylena Iasmim Figueiredo Pires. – Campo Grande-MS, 2021.
143 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul-IFMS, Campus Campo Grande, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior.

Inclui apêndices.

Inclui referências.

1. Aprendizagem Significativa Crítica. 2. Biologia celular. 3. Educação inclusiva. 4. Impressão 3D. 5. UEPS. I. Vinholi Júnior, Airton José. II. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. III. Título.

CDD 23. ed. 370.3

MYLENA IASMIM FIGUEIREDO PIRES

**USO DE MODELOS CONCRETOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DA IMPRESSÃO
3D NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre/Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 22 de outubro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior (Orientador)
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

Profa. Dra. Andréa Poletto Sonza (Titular interna)
Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS

Profa. Dra. Regiani Magalhães de Oliveira Yamazaki (Titular externa)
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

Prof. Dr. Claudio Zarate Sanavria (Suplente)
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

MYLENA IASMIM FIGUEIREDO PIRES

**UEPS INCLUSIVA: ENSINANDO BIOLOGIA CELULAR A ESTUDANTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL POR MEIO DE MODELOS CONCRETOS CRIADOS EM
IMPRESSORAS 3D**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre/Mestra em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 22 de outubro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior (Orientador)
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

Profa. Dra. Andréa Poletto Sonza (Titular interna)
Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS

Profa. Dra. Regiani Magalhães de Oliveira Yamazaki (Titular externa)
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

Prof. Dr. Claudio Zarate Sanavria (Suplente)
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

Dedico este trabalho aos meus pais,
por sempre me incentivarem a buscar a minha melhor versão,
por acreditarem na minha capacidade quando nem mesmo eu acreditava e,
principalmente,
por me amarem sem medida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me dar forças todos os dias e me permitir concluir mais uma etapa. Só ele sabe o quanto os últimos dois anos foram os mais difíceis até aqui.

Aos meus pais, Claudir e Rosely, por estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida e por sempre me incentivarem a estudar, dando o melhor exemplo possível.

Ao meu irmão, Thyago, que me deu todo o suporte quando precisei e que trouxe a felicidade que faltava nessa reta final, meu sobrinho e afilhado.

Aos meus familiares que estiveram comigo, em especial, a minha prima Natalia, tradutora oficial, amiga e companheira de todos os momentos.

Ao meu namorado, Yoshua, que entrou na minha vida quando eu mais precisava e nem sabia. Obrigada por ser a luz da minha vida e meu porto seguro.

Ao meu orientador, Airton, o meu mais sincero muito obrigada. Não existem palavras para descrever o ser humano incrível que é. O mundo seria um lugar melhor se todos os estudantes tivessem a oportunidade de ter um anjo desses como guia.

A minha antiga equipe da Propi, agradeço por me incentivarem a ser uma pesquisadora e por acreditarem no meu potencial. Principalmente, Matheus e Rhasla, que me deram todo o suporte nesses últimos momentos e que são professores extraordinários, em quem me inspiro demais.

Aos meus professores e colegas de turma, agradeço a companhia nestes últimos anos. Que a vida traga muitos momentos incríveis, recheados de paçoca. Em especial, Hugo e Manuella que foram minha “estamina” e dividiram as alegrias e dores da vida de mestrandos.

A equipe que participou de toda a pesquisa, especialmente, aos estudantes, obrigada por mergulharem comigo nesse projeto. Espero ter contribuído com vocês uma parte do que fizeram por mim.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a mim. Aguentei firme, passei por tudo, evolui além da conta e hoje posso dizer com orgulho que sou a primeira da família a alcançar esse título.

"Não existe triunfo sem perda,
não há vitória sem sofrimento,
não há liberdade sem sacrifício".
J. R. R. Tolkien - O Senhor dos Anéis: O
Retorno do Rei

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar as contribuições da aplicação de uma Sequência Didática que utiliza modelos concretos relacionados ao ensino de Biologia celular, por meio da impressão 3D, para a ampliação de conceitos desta disciplina a estudantes com deficiência visual. Este estudo, de abordagem qualitativa e natureza aplicada se destinou à construção de uma proposta de intervenção pedagógica e desenvolvimento de um produto educacional para esses estudantes, inseridos na Educação Profissional e Tecnológica, vinculados ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – IFMS. A pesquisa seguiu os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), que estipula onze princípios de facilitação da aprendizagem. As atividades foram aplicadas com um estudante do *Campus* Campo Grande do IFMS, que atendia ao perfil da pesquisa e foram estruturadas nos moldes de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com adaptações necessárias para atender ao seu caráter inclusivo e inovador. A UEPS serviu de instrumento para análise e comparação dos conhecimentos prévios do estudante ao conhecimento adquirido após a intervenção. Para tanto, todo o processo de interação foi gravado em vídeo e áudio para realização das análises posteriores. Os modelos concretos foram estruturados, segundo as necessidades do estudante, a partir de um levantamento prévio e, posteriormente, aplicado o produto educacional com os envolvidos. O produto educacional consistiu em um material de apoio pedagógico, estruturado em duas partes. A primeira foi planejada para dar suporte aos docentes quanto ao caráter inovador da pesquisa e se trata de um guia virtual de impressão 3D, disponibilizado no formato de página web. A segunda parte se destina à proposta de UEPS utilizada ao longo da pesquisa. Seguindo o que foi disposto na metodologia, no contexto em que está inserida a pesquisa, consideram-se os resultados como exitosos, já que foi possível identificar uma nítida evolução nos conceitos por parte do estudante, que demonstrou fortes indicativos de aprendizagem, sob a ótica da TASC. A pesquisa também demonstrou a potencialidade e a viabilidade do uso da impressão 3D no ensino de Biologia, mais especificamente, as temáticas voltadas ao estudo das células, bem como incentiva a sua aplicação em outras disciplinas e contextos.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa Crítica. Biologia Celular. Educação Inclusiva. Impressão 3D. UEPS.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the contributions of the application of a didactic sequence that uses concrete models related to the teaching of cell biology, through 3D printing, for the expansion of concepts in this discipline to students with visual impairments. This study, with a qualitative approach and applied nature, aimed to build a proposal for pedagogical intervention and development of an educational product for these students, inserted in Professional and Technological Education, linked to the Federal Institute of Mato Grosso do Sul - IFMS. The research followed the precepts of the Critical Meaningful Learning Theory (CMLT), which stipulates eleven principles of learning facilitation. The activities were applied with a student from the Campo Grande *Campus* of the IFMS who met the research profile and were structured along the lines of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), with necessary adaptations to meet its inclusive and innovative character. The PMTU served as an instrument for analyzing and comparing the student's prior knowledge with the knowledge acquired after the intervention. Therefore, the entire interaction process was recorded in video and audio for further analysis. The concrete models were structured according to the student's needs, based on a previous survey and, subsequently, applying the educational product with those involved. The educational product consisted of a pedagogical support material, structured in two parts. The first was planned to support teachers regarding the innovative character of the research and it is a virtual guide for 3D printing, available in the format of a web page. The second part is intended for the PMTU proposal used throughout the research. Following what was laid out in the methodology, in the context in which the research is inserted, we consider the results to be successful, since we identified a clear evolution in the concepts by the student, who showed strong indications of learning, from the perspective of CMLT. The research also demonstrated the potential and feasibility of using 3D printing in the teaching of biology, more specifically to themes related to the study of cells, as well as encouraging its application in other disciplines and contexts.

Keywords: Cell Biology. Inclusive Education. 3D Printing. Critical Meaningful Learning. PMTU.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Explicação do processo de impressão	73
Figura 2 – Tipos de impressora 3D e estruturas	73
Figura 3 – Pesquisadora com centríolo 3D	74
Figura 4 – Conhecendo a caneta 3D.....	74
Figura 5 – Membros da equipe do curso	75
Figura 6 – Fluxograma do processo de construção dos modelos concretos.....	91
Figura 7 – Centríolo finalizado com sucesso.....	92
Figura 8 – Erro no acabamento da mitocôndria	92
Figura 9 – Explicação da etapa de acabamento	93
Figura 10 – Demonstração das estruturas	93
Figura 11 – Desenho feito pelo estudante.....	94
Figura 12 – Modelo 3D e Desenho 2D do estudante	94
Figura 13 – Montagem antes e depois da explicação e correção dos desenhos da célula animal	95
Figura 14 – Montagem antes e depois da explicação e correção dos desenhos da célula vegetal	95
Figura 15 – Modelos concretos disponibilizados para o estudante com baixa visão.	97
Figura 16 – Modelo concreto da célula animal completa	98
Figura 17 – Materiais utilizados na apresentação do estudante.....	99
Figura 18 – Mitocôndrias em escala aumentada.....	100
Figura 19 – Centríolo e Cloroplasto em escala aumentada	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios para facilitação da aprendizagem significativa crítica, segundo Moreira (2013).....	36
Quadro 2 – Princípios basilares da UEPS.....	41
Quadro 3 – Aspectos transversais das UEPS.....	44
Quadro 4 – UEPS: cronograma de encontros, passos, formato e atividades	51
Quadro 5 – Resultados e análise dos subsunçores do estudante no Questionário 1.	61
Quadro 6 – Conteúdos das aulas do minicurso de Biologia Celular.....	70
Quadro 7 – Relação das palavras que remetem a célula, na ordem escolhida e sua respectiva explicação.	76
Quadro 8 – Resultado da identificação das imagens e a respectiva explicação do estudante.....	80
Quadro 9 – Cores escolhidas para cada estrutura das células	89
Quadro 10 – Quadro-resumo sobre a evolução conceitual do estudante	107
Quadro 11 – Respostas das questões 3 e 4 do formulário de avaliação da UEPS.	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CSS	<i>Cascading Style Sheet</i>
EAD	Ensino à Distância
EPCT	Educação Profissional, Científica e Tecnológica
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
FIC	Formação Inicial e Continuada
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IBC	Instituto Benjamin Constant
ICT	Inovação Científica e Tecnológica
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
IFMS	Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
IF	Institutos Federais
INES	Instituto Nacional de Educação dos Surdos
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
NAPNE	Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PE	Produto Educacional
PET	Polietileno Tereftalato
PLA	Poliácido Láctico
Proex	Pró-Reitoria de Extensão
ProfEPT	Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica
Propi	Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SD	Sequência Didática
Seesp	Secretaria de Educação Especial

SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SETEC	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
TA	Tecnologia Assistiva
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TEC NEP	Programa Educação, Tecnologia e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Específicas
UCDB	Universidade Católica Dom Bosco
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	JUSTIFICATIVA.....	17
1.2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	19
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	20
1.3.1	Objetivo geral.....	20
1.3.2	Objetivos específicos.....	20
1.4	APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1	A EDUCAÇÃO INCLUSIVA NA EPT	22
2.1.1	Breve histórico sobre a educação inclusiva no Brasil.....	23
2.1.2	Educação profissional e tecnológica na perspectiva da inclusão	24
2.2	A IMPRESSÃO 3D DE MODELOS CONCRETOS INCLUSIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR	26
2.2.1	A Biologia e a deficiência visual	27
2.2.2	Modelos concretos como material inclusivo	28
2.2.3	A impressão 3D na educação e sua relação com a tecnologia assistiva	30
2.3	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....	33
2.3.1	Da aprendizagem significativa à subversiva.....	33
2.3.2	A TASC	35
2.4	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
2.4.1	Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS	39
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
3.1	CONTEXTO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	45
3.1.1	Abordagem, natureza, objetivos e procedimentos técnicos da pesquisa	45
3.1.2	Pesquisa bibliográfica.....	46
3.2	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	48
3.3	PARTICIPANTES E CENÁRIO DA PESQUISA.....	48
3.4	A INVESTIGAÇÃO.....	50
3.4.1	Instrumentos de coleta de dados.....	54
3.4.2	Análise dos dados	55
4	RESULTADOS E ANÁLISES.....	57
4.1	QUEBRANDO BARREIRAS COMUNICACIONAIS	57
4.2	CONHECENDO OS SUBSUNÇORES	60
4.3	OS MINICURSOS: “O MUNDO” DA BIOLOGIA CELULAR E DA IMPRESSÃO 3D	69
4.3.1	Minicurso de Biologia celular.....	69
4.3.2	Conhecendo o mundo da impressão 3D	72
4.4	SITUAÇÕES-PROBLEMA E SUAS DINÂMICAS	75
4.4.1	A célula.....	76
4.4.2	Identificando as organelas celulares	80

4.4.3	Morfologia celular.....	88
4.4.4	Adaptação dos modelos celulares em 3D	91
4.4.5	<i>Workshop</i> final do estudante.....	97
4.5	A EVOLUÇÃO CONCEITUAL.....	103
4.6	PERSPECTIVA FINAL DA UEPS.....	110
4.6.1	Avaliação da própria UEPS.....	110
4.6.2	<i>Feedback</i> ao estudante	113
5	PRODUTO EDUCACIONAL.....	114
5.1	GUIA VIRTUAL DE IMPRESSÃO 3D	114
5.2	UEPS INCLUSIVA	115
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
	REFERÊNCIAS.....	121
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1.....	126
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2.....	129
	APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA INICIAL COM O ESTUDANTE E PROFESSORA DE APOIO	133
	APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	135
	APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	138
	APÊNDICE F - TERMO DE CESSÃO DE USO DE IMAGEM E/OU VOZ PARA FINS CIENTÍFICOS E ACADÊMICOS	141
	APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL.....	143

1 INTRODUÇÃO

Tendo como base a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, do Ministério da Educação (2008), observa-se que já faz algum tempo que o movimento em torno da educação inclusiva é uma ação política, cultural, social e pedagógica, que foi desencadeada com a bandeira de defesa do direito de todos os estudantes de estarem juntos, aprendendo e participando das atividades escolares, sem que sofram algum tipo de preconceito e de discriminação. A educação inclusiva é pautada, em um paradigma educacional, que tem como base a concepção de direitos humanos, que adota igualdade e diferença como valores indissociáveis, além de avançar em relação à ideia de equidade formal ao contextualizar as variáveis históricas da produção da exclusão dentro e fora da escola.

A educação especial se constitui, também, em uma forma de ensino que engloba todos os níveis, as etapas e as modalidades, ofertando o atendimento educacional especializado, propiciando os recursos e os serviços necessários e orientando quanto à sua utilização no processo de ensino e aprendizagem. Esse tipo de atendimento tem como pressuposto identificar, construir, planejar e aplicar recursos pedagógicos e de acessibilidade, que acabem com as barreiras que ameaçam a efetiva participação dos estudantes, levando em conta as suas demandas específicas. O processo que é realizado, no atendimento educacional especializado, é diferente dos que são executados em sala de aula habitual, porém não são substitutivos à escolarização. Esse tipo de atendimento tem como intuito complementar e/ou suplementar a formação dos estudantes, visando autonomia e independência, tanto na escola quanto fora dessa (BRASIL, 2008a).

A atualização desse cenário é fruto dos efeitos de legislações específicas para a educação especial que, no Brasil, seguem em consonância com as diretrizes educacionais na área e, também, com movimentos organizacionais internacionais, dos quais se pode destacar a Declaração de Salamanca, realizada ainda em 1994, na Espanha, que trata sobre os princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais. Assim, mesmo que a visão seja pautada na ideia de que a existência desses documentos legais não é garantia, de fato, da real inclusão desses estudantes, caso não existissem, a exclusão por parte da sociedade em relação a estes seria intensificada (CAMARGO *et al.*, 2009).

A inclusão é contrária tanto à homogeneização quanto à normalização, tornando-se uma defesa ao direito da heterogeneidade e, também, à diversidade. Existem diferenças e igualdades e nem tudo sempre será igual ou diferente. Portanto, é preciso garantir o direito de sermos diferentes quando a igualdade nos descaracteriza e iguais quando a diferença inferioriza (SANTOS, 2003). Não pode haver espaço para ignorar a existência de estudantes com essas singularidades. Caso contrário, se estaria indo contra um princípio fundamental da linha de ação da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais, realizada em Salamanca/Espanha, em 1994. Para tanto, se deixa uma reflexão da declaração produzida nesta Conferência:

[...] as escolas devem acolher todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras. Devem acolher crianças com deficiência e crianças bem-dotadas; crianças que vivem nas ruas e que trabalham; crianças de populações distantes ou nômades; crianças de minorias linguísticas, étnicas ou culturais e crianças de outros grupos ou zonas desfavorecidos ou marginalizados (UNESCO, 1994, p. 17-18).

É preciso encarar a inclusão como a soma de uma educação plural, democrática e transgressora. Esta é capaz de ocasionar uma crise escolar ou, para ser mais clara, uma crise da identidade institucional que, por meio de um efeito cascata, mexe com a identidade dos professores e faz com que seja repensada a identidade dos estudantes. Portanto, o direito à diferença, nas escolas, reestrutura o atual sistema de ensino ao dar outro significado à escola excludente, normativa e elitista, que possui mecanismos de produção da identidade e da diferença (MANTOAN, 2015).

A educação inclusiva, então, reivindica seu espaço de centralidade no debate acerca da sociedade contemporânea e do papel da escola na superação da lógica da exclusão, a partir do momento que passa a reconhecer que as dificuldades inerentes aos sistemas de ensino deixam às claras a necessidade de combater as práticas discriminatórias e implantar alternativas para superá-las. Nesse momento, tomando como base os referenciais para a construção de sistemas educacionais inclusivos, a organização de escolas e classes especiais volta a ter espaço em debates e reuniões, resultando em uma mudança estrutural e cultural das escolas para irem ao encontro da garantia de que todos os estudantes tenham suas especificidades atendidas adequadamente (BRASIL, 2008a).

1.1 JUSTIFICATIVA

As oportunidades de escolarização, bem como as condições de inserção no mundo do trabalho e a real participação na sociedade são questões que precisam ser levantadas quando se trata de ações de cunho educacional voltadas à educação inclusiva. Na educação profissional, é imprescindível que estes fatores estejam alinhados, assim como os sistemas de ensino precisam estruturar seus espaços, a fim de permitir o acesso desses estudantes, bem como disponibilizar recursos pedagógicos adequados aliados à comunicação, que efetive a promoção da aprendizagem e a valorização das diferenças, pois todos os estudantes possuem direito a ter suas demandas educacionais atendidas. A acessibilidade deve ser garantida por meio da extinção de barreiras, sejam essas arquitetônicas, urbanísticas, nas instalações, equipamentos, nas comunicações, informações, entre outras (BRASIL, 2008a).

As adequações necessárias para garantir esse direito de acesso podem ser realizadas, a partir da adaptação e da flexibilização dos recursos didáticos e institucionais, como materiais pedagógicos e estruturas curriculares. Além disso, as escolas que atendem a educação profissional podem e devem manter parcerias com escolas voltadas ao atendimento especial, tanto públicas quanto privadas, a fim de delimitar os recursos necessários à inclusão destes estudantes nos cursos ofertados, bem como para atender as demandas técnicas dos cursos e validar os que são oferecidos por essas escolas especiais (BARROS, 2016).

Pode-se observar, em seu sítio institucional¹, que o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS, *lócus* de desenvolvimento deste trabalho, oferta cursos desde a Educação Básica até a Pós-graduação, presenciais e à distância, na modalidade educação profissional. Possui como diferencial o foco no desenvolvimento, de forma especializada à educação profissional e tecnológica, integrada ao âmbito do trabalho, da ciência e da tecnologia. Ainda, fazendo uma breve pesquisa, de cunho documental, é possível encontrar diversas ações e regulamentos que versam sobre a questão da inclusão. Para justificar este trabalho serão demonstrados alguns trechos desses regulamentos, bem

¹ <https://www.ifms.edu.br>

como algumas diretrizes que estabelecem o compromisso do IFMS com o real atendimento dos estudantes, que são alvo desta pesquisa.

Nos dez *campi* do IFMS existe o Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas – NAPNE que, em seu regulamento, aponta a finalidade deste núcleo como definidor de normas de inclusão que devem ser praticadas dentro da instituição. Ainda, em seu artigo terceiro, ressalta seu compromisso em promover a convivência, respeito às diferenças por meio do combate às barreiras arquitetônicas e atitudinais, para defender, de forma democrática, a efetiva inclusão social como diretriz na instituição (IFMS, 2016).

Continuando nessa linha, de forma mais holística, o Plano de Desenvolvimento Institucional - PDI do IFMS, que abrange o período de 2019 a 2023, elenca qual é a filosofia de trabalho da Instituição, bem como a missão, as diretrizes pedagógicas, atividades e infraestrutura, que desenvolve ou pretende desenvolver ao longo desses anos. Na questão das diretrizes pedagógicas, o documento aponta seu compromisso em atender aos interesses e expectativas dos discentes, com o intuito da flexibilização curricular na oferta dos cursos, bem como a efetivação da adaptação curricular para os discentes com deficiências, em busca também da garantia de acesso às atividades complementares necessárias para sua formação integral.

O PDI ainda estabelece que existem as atividades de extensão que abrangem as ações inclusivas e de diversidade, tendo como norte iniciativas que somam um rol de atividades que podem ser executadas em conjunto com a comunidade externa, visando promoção de alternativas para inclusão social, entre as quais se enquadra a inclusão das pessoas com deficiência, buscando sempre alcançar uma melhora na qualidade de vida desses estudantes. Existem, também, as ações de inclusão e de diversidade internas, nas quais enquadram os estudantes com deficiência, que se configuram na inserção dos discentes nas atividades da Instituição, com o intuito de oferecer oportunidades iguais de acesso e permanência.

Já quando a discussão se volta para a promoção da acessibilidade e atendimento das pessoas com deficiência, esta Instituição se pauta nas obrigações legais. Como supracitado, no IFMS essas ações buscam o atendimento de estudantes e servidores, garantindo a acessibilidade e a adaptação de suas comunicações e de suas edificações.

Busca, também, o atendimento de algumas diretrizes, como a garantia de acesso dos estudantes com deficiência em igualdade de oportunidades e de

condições com os demais estudantes; inclusão de conteúdos que versem sobre as pessoas com deficiência; promoção da interação em jogos, atividades recreativas, esportivas e de lazer; viabilização de pessoas e de recursos tecnológicos para atendimento das necessidades desses estudantes e servidores, além do estímulo à pesquisa, inovação e à difusão de tecnologias que sejam direcionadas à ampliação do acesso da pessoa com deficiência, tanto às tecnologias da informação, como de comunicação e sociais (IFMS, 2018).

Nesse contexto, é possível entender a necessidade de garantir os devidos recursos aos estudantes que possuem algum tipo de deficiência, para que estes tenham uma educação integral, com preparação para os desafios do mundo do trabalho, em pé de igualdade com os demais estudantes, atendendo aos requisitos de uma Educação Profissional e Tecnológica – EPT, que é a realidade do IFMS.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

É sob a perspectiva de garantir o atendimento das diretrizes institucionais e dos direitos legais dos estudantes com deficiência, neste caso a deficiência visual, e de terem suas necessidades supridas ou minimizadas, no âmbito da EPT, que se desenvolve esta pesquisa e se traz a seguinte questão básica: a utilização de modelos concretos, desenvolvidos em impressoras 3D e aplicados em uma sequência didática, pode favorecer a evolução conceitual de biologia celular em estudantes com deficiência visual?

Além desta questão, considerando o caráter inovador da pesquisa, se faz a seguinte indagação: a impressão 3D é um mecanismo relevante neste processo de ensino e aprendizagem?

A proposta de construir um material didático inclusivo, no ensino de Biologia celular, *a priori*, pode parecer mínima, ao se pensar nos desafios que estes estudantes enfrentam, ainda mais considerando que essas metodologias atendem apenas casos específicos e/ou uma vertente das deficiências existentes, em uma única Instituição e, em uma disciplina específica. Porém, o intuito é que esse tipo de material possa servir como um potencial incentivo de uma cultura de desenvolvimento de pesquisas dentro e fora da Instituição, visando maximizar as superações de problemas no ensino para estudantes com deficiência, em qualquer disciplina de interesse.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Buscando responder a problemática apresentada, são apresentados a seguir os objetivos traçados para o desenvolvimento desta pesquisa.

1.3.1 Objetivo geral

Investigar as contribuições da utilização de modelos concretos desenvolvidos, por meio da impressão 3D, em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, para verificar a evolução conceitual de conteúdos de Biologia celular em estudantes com deficiência visual.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa foram estipulados três objetivos específicos, que tratam da sequência na qual as análises serão desenvolvidas ao longo do processo:

- 1) investigar, com base na TASC, o processo de aprendizagem sobre conceitos de Biologia celular na perspectiva de utilização de uma UEPS;
- 2) verificar a potencialidade do uso de modelos concretos e da impressão 3D no processo de ensino e aprendizagem no contexto da deficiência visual;
- 3) desenvolver e testar uma proposta de UEPS que favoreça o desenvolvimento das práticas docentes aplicadas ao ensino sobre célula com estudantes, que possuem deficiência visual.

1.4 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Para a organização desta dissertação foram construídos seis capítulos. Além de um panorama geral de sua estrutura, o qual se apresentará aqui, o início de cada capítulo contempla um resumo de sua própria organização. Inicialmente, trata-se no capítulo 1 sobre a introdução ao tema, a justificativa de sua escolha, bem como a problemática e os objetivos que foram trabalhados ao longo da pesquisa.

Já no capítulo 2 se traz a revisão da literatura e a fundamentação teórica, abordando quatro tópicos principais: a educação inclusiva na EPT, a impressão 3D de

modelos concretos inclusivos no ensino de Biologia celular, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e, por último, a sequência didática propriamente dita, mais especificamente, a UEPS.

Na sequência, o capítulo 3 demonstra o caminho metodológico da pesquisa, indicando o contexto e *lócus* de realização, a escolha e a forma de participação do público-alvo, a equipe participante e os instrumentos de coleta e análise dos dados.

O capítulo 4 apresenta os resultados e análises que foram obtidos por meio das intervenções realizadas entre a equipe, o estudante e o material desenvolvido.

Ainda, o capítulo 5 se refere ao Produto Educacional (PE), apresentando a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, que foi construída e aplicada de forma personalizada ao atendimento das demandas do estudante escolhido como público-alvo da pesquisa.

Por fim, o capítulo 6 aponta as considerações finais desta dissertação, indicando os resultados obtidos, bem como as perspectivas de proposições futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme explicitado nos objetivos desta pesquisa, busca-se neste trabalho analisar se as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, com a aplicação de modelos concretos, impressos em 3D, podem gerar contribuições na evolução conceitual de Biologia celular, por estudantes com deficiência visual. Para tanto, é importante abordar todas as vertentes que envolvem essa temática, além de traçar um referencial como condutor dos processos teóricos e metodológicos da pesquisa. Para discorrer sobre cada ponto, de forma clara, este capítulo foi estruturado em quatro seções, com suas respectivas subseções.

A primeira seção trata da Educação Inclusiva na EPT, desdobrando-se em um contexto histórico da educação inclusiva no Brasil, além de sua aplicação na EPT, de forma especial nos Institutos Federais. Já a segunda seção foca em como utilizar a impressão 3D na Educação, especificamente, na construção de materiais didáticos inclusivos, como é o caso dos modelos concretos, bem como sua importância na utilização no ensino de Biologia para pessoas com deficiência visual. Na terceira seção se apresenta a teoria escolhida como base deste estudo - a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira. Por último, se traz a Sequência Didática escolhida como produto educacional, a UEPS, discorrendo sobre seus princípios basilares, passos de aplicação e aspectos transversais.

2.1 A EDUCAÇÃO INCLUSIVA NA EPT

Em uma pesquisa desenvolvida, em um contexto tão específico, se faz necessário contextualizar o cenário no qual o público-alvo está inserido. Para tanto, foi traçado um breve histórico sobre como a educação inclusiva vem sendo tratada no país, ao longo dos anos. Ademais, foi abordada a educação inclusiva dentro da EPT, em que é possível observar as implicações que as peculiaridades desses tipos de educação trazem para os processos de ensino e aprendizagem, bem como suas características dentro dos Institutos Federais.

2.1.1 Breve histórico sobre a educação inclusiva no Brasil

O atendimento das pessoas com deficiência no Brasil data da época do Império em que, segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, de 2008, essas pessoas foram atendidas com a criação de duas Instituições: o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, em 1854, que hoje é conhecido como Instituto Benjamin Constant – IBC; e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857, que se tornou o Instituto Nacional de Educação dos Surdos – INES. Na sequência, foi fundado o Instituto Pestalozzi, em 1926, especializado no atendimento das pessoas com deficiência mental e, em 1954, ocorre a criação da primeira Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – APAE.

Mesmo com o início desses atendimentos sendo de longa data, a escola foi marcada pela definição da Educação como sendo privilégio de um grupo seletivo, sendo esta exclusão legitimada a partir das políticas e práticas educacionais, que compunham a ordem social (BRASIL, 2008a).

Seguindo uma cronologia, há o estabelecimento do atendimento educacional às pessoas com deficiência, disposto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, Lei nº 4.024/61. Nesta, é fundamentado o direito destas pessoas à educação, tendo como forma preferencial de atendimento dentro do sistema geral de ensino. Porém, não consegue garantir a estruturação do sistema de ensino, em que seja possível o atendimento desses estudantes, reforçando, assim, o repasse destes para as classes e escolas especiais.

Em 1994, a Declaração de Salamanca determinou que as escolas regulares, com orientação inclusiva, são os meios mais adequados de impugnar atitudes discriminatórias e que os estudantes com deficiência e altas habilidades/superdotação precisam ter acesso à escola regular, estabelecendo como norte que “as escolas deveriam acomodar todas as crianças independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras” (UNESCO, 1994, p. 3).

Por fim, se traz a determinação que consta na lei fundamental e suprema, a Constituição Federal de 1988, que estabelece em seu artigo terceiro, inciso quarto, como um dos seus objetivos fundamentais a promoção do bem de todos, “sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação” (BRASIL, 1998, p. 2).

Determina, também, em seu artigo 205, a educação como um direito de todos, garantindo o pleno desenvolvimento da pessoa, o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho. Ainda, traz a necessidade da igualdade de condições de acesso e permanência na escola, como base para o ensino, além de garantir como dever do Estado a oferta do atendimento educacional especializado, preferencialmente, na rede regular de ensino (art. 208).

2.1.2 Educação profissional e tecnológica na perspectiva da inclusão

Foi apenas a partir da década de 1960 que a pessoa com deficiência visual foi considerada como capaz de produzir e consumir, assim como qualquer outra pessoa. Após algumas iniciativas dos “Serviços Nacionais de Aprendizagem Industrial - SENAI” do Rio de Janeiro, São Paulo e de poucas associações presentes pelo Brasil, que apareceram cursos de qualificação profissional voltadas a este público, porém com suas atividades voltadas para as pessoas com deficiência, como mão de obra capaz de entregar bons resultados.

Apenas em 2000 foi criado o Programa Educação, Tecnologia e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Específicas - TEC NEP, por meio de uma articulação entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e a extinta Secretaria de Educação Especial (SEESP), estas integrantes do Ministério da Educação (MEC). A partir disso, a formação profissional de pessoas cegas e de baixa visão em cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC), Técnicos e Tecnológicos na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica começam a ser estruturadas de forma contínua e eficaz (FLORINDO; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

Na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica - EPCT, a preocupação para com o atendimento das pessoas com necessidades específicas é ainda mais recente e foi demandada pela chegada de pessoas com deficiência a essas instituições. A política de inclusão desenvolvida pela SETEC vai ao encontro da proposta de Educação Pública Federal, que visa o favorecimento e a melhoria das condições de vida de pessoas em desvantagem social, identificando na diversidade um meio de contribuir para o efetivo exercício de cidadania para os segmentos da sociedade em sua totalidade. Assim, a Rede Federal de EPCT chegou ao século XXI baseada em uma nova proposta de formação.

A Lei nº 11.892/2008, que define a nova educação profissional e tecnológica e cria os Institutos Federais traz, em seu Artigo 7º, que essa Rede deve: a) priorizar a Educação de Jovens e Adultos; b) ministrar cursos de Formação Inicial e Continuada de trabalhadores; c) estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional. Nesse novo modelo, os estatutos dessas Instituições estipulam a inclusão social como princípio norteador, o que implica também uma nova dinâmica operacional na qual não deve existir a execução de ações isoladas (FLORINDO; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

Assim, foram criados na rede federal alguns núcleos de atendimento ao público da Educação Especial, mas com a reestruturação da rede em 2008, foi preciso ampliar essas iniciativas para todos os IF. Ainda, é preciso destacar que o acesso a estas instituições, por esse público, tende a crescer em função do acréscimo na Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012, a lei de cotas, que trata da reserva de vagas para pretos, pardos e indígenas, em que se passa a destinar uma reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnicos de nível médio e superior das Instituições Federais de Ensino, a partir da alteração dada pela Lei nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016 (MENDES, 2017).

Porém, existem diversas lacunas na Educação Especial dentro da rede federal, destacadas nas análises realizadas na pesquisa de Mendes (2017). A autora focou os processos pedagógicos praticados na rede federal, as ações de atendimento educacional especializado e o trabalho docente em Educação Especial, demonstrando que são poucos os relatórios que fazem menção à Educação Especial que, em sua maioria, não tratam de questões pedagógicas diretamente. Nas políticas e legislações é possível observar uma maior atenção às tratativas relacionadas à acessibilidade arquitetônica, que aparecem com mais frequência e com mais detalhamento, em detrimento das atividades de atendimento educacional.

A gestão também se mostra como um fator importante para entender a Educação Especial no contexto dos IF, pois a estruturação das práticas de atendimento pedagógico e dos núcleos de acessibilidade previstos no decreto nº 7.611/2011 depende das gestões locais em cada Instituição, resultando em diferentes movimentos que são estabelecidos a partir das escolhas de planejamento e investimento dos que atuam na administração das Instituições.

Nesse sentido, os movimentos de definição das políticas públicas ligadas à Educação Especial são dependentes, em sua maior parte, das mobilizações dentro das Instituições para a efetivação do trabalho pedagógico. Ao longo das análises, é possível identificar, dentro da Rede Federal, diferentes definições de Educação Especial, tanto enxergando-a como um serviço ou como parte dos processos educacionais das Instituições, mas sempre ligada pelas questões gerais da Educação Nacional (MENDES, 2017).

Sendo assim, no que se refere ao Ensino Médio, a condição de incluir estudantes com necessidades educacionais específicas² se mostra como tema complexo. Porém, levando em conta as especificidades no Ensino Profissional Tecnológico (EPT), a complexidade tende a aumentar. Entende-se que o direito à educação, conforme expresso em lei, só se consegue concretizar quando o ensino implica no desenvolvimento global do estudante, vislumbrando sua emancipação.

Não é suficiente dar oportunidade de acesso e fazer sua matrícula. É preciso garantir a permanência escolar dos indivíduos e de sua aprendizagem. Assim, é necessário fomentar e intensificar a pesquisa, a extensão e o ensino, que busquem a sensibilização e a desmistificação da problemática da inclusão, trazendo a mudança de atitudes, em um ciclo contínuo e permanente no âmbito institucional (FERREIRA; MEDEIROS, 2019).

2.2 A IMPRESSÃO 3D DE MODELOS CONCRETOS INCLUSIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Neste momento, traz-se como foco a impressão 3D no contexto inclusivo, principalmente, na construção de materiais didáticos inclusivos, como é o caso dos modelos concretos. Além disso, aborda-se, especificamente, o ensino de Biologia, disciplina escolhida para esta pesquisa. Inicialmente, contextualiza-se as implicações do ensino de Biologia para o estudante com deficiência visual. Na sequência, o desenvolvimento de modelos concretos como material inclusivo e suas possibilidades como facilitador dos processos de ensino e aprendizagem. Por fim, realiza-se um breve estado da arte, buscando, nas produções científicas nacionais, a utilização da

² Para fins regulamentares, entende-se como Pessoa com Necessidade Educacional Específica aquela que possui Altas Habilidades/Superdotação, Transtornos Globais do Desenvolvimento ou outros transtornos de aprendizagem, bem como aquela que temporária ou permanentemente tem limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo (IFMS, 2016).

impressão 3D na Educação, especificamente, àqueles estudos que consideravam esse tema no uso de recursos de Tecnologia Assistiva³.

2.2.1 A Biologia e a deficiência visual

Primeiramente, é preciso entender a cegueira como sendo a falta total de visão, tendo a baixa visão a condição de perceber massas, cores e formas desde que estejam a distâncias mínimas. Podem ser destacadas algumas limitações no campo visual que as pessoas que possuem baixa visão enfrentam, como a dificuldade de distinguir traços desproporcionais no espaço, imagens e objetos tridimensionais, profundidade, movimento, objetos que estejam dispostos em fundos sem contraste, materiais com pouca luz etc. (MARTÍN; BUENO, 2003).

Pode-se, também, definir a baixa visão ou visão subnormal, a partir da Portaria nº 3.128/08 do Ministério da Saúde, que caracteriza esta condição quando o valor da acuidade visual corrigida, no melhor olho, é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05, ou também, se seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica. Em relação à cegueira, esta é caracterizada quando esses números se encontram abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10º (BRASIL, 2008b).

Por meio destas definições se pode entender que a deficiência visual, apesar de trazer limitações, não interfere na capacidade da pessoa de obter conhecimento. O que a difere dos videntes é a forma como este conhecimento será adquirido. É por meio do estímulo dos sentidos remanescentes, como tato e audição, que irão compensar a falta de visão. De acordo com Masini (1993), o problema está no processo de ensino e aprendizagem, em que se utiliza muito mais a visão do que os outros sentidos, fazendo com que os conhecimentos não acessíveis ao estudante com deficiência visual sejam usados pelo vidente para se comunicar com ele. A partir desta dinâmica, o estudante com deficiência visual acaba por desenvolver uma linguagem e aprendizagem pautadas pelo visual, empobrecendo este processo que se baseia apenas no verbalismo e na aprendizagem mecânica.

Direcionando agora para o contexto da pesquisa, no ensino de Ciências a condição supracitada não é diferente, já que o processo de ensino e aprendizagem

³ Produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015).

desta utiliza, sobremaneira, os elementos visuais. Nessa área do ensino, muitas vezes, o sentido da visão é essencial a partir do momento que colocam os educandos em situações nas quais “aprender” depende do “ver”. É por este motivo que o ensino de Ciências está construído de modo a ser efetivo aos estudantes videntes, bem como é nessa perspectiva que se traz para o contexto da pesquisa a importância dos recursos didáticos e da tecnologia assistiva que, neste cenário, assumem papel fundamental na aprendizagem de estudantes com deficiência visual, já que é comum o uso de fotos, de tabelas, de vídeos e de desenhos para ajudar no entendimento do conteúdo que está sendo trabalhado (SILVA; LANDIM; SOUZA, 2014).

Estudos na área do ensino de Ciências vêm se mostrando um campo abrangente e fundamental nas pesquisas dentro do cenário educacional do país. Apesar disto, existe uma escassez de publicações referentes ao ensino de Biologia para estudantes com deficiência (TEIXEIRA; NETO, 2011).

Sendo assim, é sob esta perspectiva que se tratará esta pesquisa, com o intuito de trazer contribuições significativas para um cenário importante e pertinente ao contexto educativo, mas que ainda possui carência em estudos com foco no melhoramento da condição do estudante com deficiência visual na aprendizagem de conteúdos como os da área das Ciências, mais especificamente, na Biologia celular.

2.2.2 Modelos concretos como material inclusivo

Visando encontrar um material didático inclusivo para ser utilizado na aplicação da Sequência Didática, é preciso definir um material que atenda às necessidades dos estudantes com deficiência visual, que seja didático e manipulável, tenha texturas, tamanhos e formas diferentes, considerando que é a partir destas características que o estudante elaborará a construção do conceito referente ao assunto abordado.

Dito isso, escolhem-se os modelos concretos, já que, segundo Kaleff (2016), para o estudante com deficiência visual, a manipulação de um recurso concreto é fundamental para que, por meio do tato, reconheça e seja capaz de determinar as características do elemento estudado, por meio da forma, tamanho e texturas. A autora ainda levanta a questão de que este estudante pode entender um conceito a partir da percepção tátil, pois ele cria uma imagem visual através desta percepção.

O uso destes recursos didáticos é de suma importância na aquisição de conceitos, ainda mais quando se trata de recursos adaptados à realidade dos

estudantes com deficiência visual, atendendo às suas necessidades perceptuais. Assim, tomando a disciplina escolhida como base há uma lacuna no ensino de Biologia para essa categoria de estudantes que precisa ser superada com o uso de materiais concretos, que assegurem ao estudante a formação da representação mental do que lhe é ofertado para tatear, fato este que é indispensável para a melhor elaboração das informações e entendimento do conteúdo aplicado (CARDINALI; FERREIRA, 2017).

Com a utilização desses materiais específicos, o desafio da inclusão está na capacidade do professor criar estratégias pedagógicas para auxiliar no desenvolvimento do estudante com deficiência visual e que, assim como estudantes videntes, possam obter sucesso na vida escolar (VAZ *et al.*, 2013). Mesmo existindo esses recursos didáticos disponíveis, é de suma importância que o professor saiba utilizar, de forma adequada, o material didático, a fim de permitir que os estudantes superem os obstáculos cognitivos que possam aparecer ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Sá, Campos e Silva (2007) ainda acrescentam que, para um real alcance dos objetivos desejados no ensino dos estudantes com deficiência visual, por meio da aplicação dos materiais didáticos, estes precisam ser inseridos em situações cotidianas, que fomentem a investigação e que proporcionem o efetivo desenvolvimento dos sentidos remanescentes. A diversidade, a adaptação e a qualidade dos materiais interferem e oportunizam a obtenção do conhecimento, o diálogo e a aprendizagem. Os autores apontam critérios fundamentais para a estruturação ou seleção de materiais didáticos destinados aos estudantes com deficiência visual, que serão indicados a seguir.

O primeiro fator se refere ao relevo, que precisa ser facilmente sentido pelo tato e, sempre que possível, confeccionado a partir de diversas texturas com a finalidade de proporcionar um maior destaque das partes integrantes do material como um todo. É importante, também, a inserção de contrastes do tipo liso/áspero, fino/espesso, que permitam a diferenciação de forma adequada. Considerando o constante manuseio dos materiais, este não deve apresentar superfícies que provoquem rejeição ao manuseio e ser confeccionado com matéria-prima resistente para não depreciar com facilidade. Além disso, deve ser simples e de manuseio fácil, para seu uso tornar-se uma prática e não deve, em nenhum momento, representar perigo para o estudante (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007).

Sendo assim, a proposta neste projeto foi utilizar modelos concretos no ensino da biologia celular, mais especificamente no conteúdo de citoplasma, e focar na diferenciação de células animais e vegetais. Os materiais foram construídos ou adaptados segundo as demandas apresentadas pelo estudante, que é parte fundamental no processo de criação dos modelos. Além disso, estes necessitam apresentar tanto estímulos visuais como táteis, oportunizando a utilização por estudantes com deficiência visual e, também os videntes, contribuindo assim para a promoção da interação e comunicação entre eles.

2.2.3 A impressão 3D na educação e sua relação com a tecnologia assistiva

A tecnologia de impressão 3D vem ganhando espaço como ferramenta promissora em campos estratégicos como ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento sustentável, por ter a característica de construir, de forma eficiente, estruturas tridimensionais em geometrias complexas (CANESSA; FONDA; ZENNARO, 2013). Essa tecnologia está ganhando cada vez mais destaque, em grande parte, graças à propaganda pela mídia, surgimento de novas técnicas e insumos, criação de novas tecnologias com baixo custo e softwares que possuem código aberto disponíveis no mercado. Além disso, tanto a aquisição das impressoras 3D, quanto os conhecimentos/habilidades necessários para o processo de impressão com essas ferramentas estão se popularizando e tornando-se acessíveis (OSTUZZI *et al.*, 2015).

Assim, o uso da impressão 3D no desenvolvimento de modelos didáticos vem se mostrando um método bastante eficiente em forma de apoio aos conteúdos presentes nos materiais de estudo tradicionais (ORLANDO *et al.*, 2009). Quanto à aplicação desta ferramenta na Educação, Teachthought (2013), apontou em sua pesquisa onze exemplos sobre como a impressão 3D pode ser usada nesta área:

- impressão de projetos por estudantes de *design* e engenharia;
- maquetes impressas em 3D para estudantes de arquitetura;
- estudantes de história conseguem imprimir artefatos históricos para examinar;
- impressão de versões tridimensionais das criações de estudantes de *design* gráfico;

- estudantes de geografia podem imprimir mapas topográficos, demográficos e populacionais;
- desenvolvimento de moldes de produtos alimentícios por parte de estudantes de culinária;
- os estudantes de engenharia automotiva podem elaborar peças de reposição ou componentes modificados para experimentos;
- impressão de modelos 3D de moléculas por estudantes de Química;
- estudantes de Biologia podem construir modelos de células, vírus, organismos e outros componentes biológicos;
- os estudantes de Matemática podem imprimir “problemas” para resolução, em seus próprios espaços de aprendizado, desde modelos em escala até desafios de design infraestrutural de cidades.

Já na pesquisa desenvolvida por Aguiar (2016), o autor focou de estabelecer instruções voltadas para a construção de materiais didáticos para o ensino de Ciências, comprovando que esses objetos permitem estimular os processos da construção do conhecimento. Para tanto, é necessário que o professor também saiba como utilizar essa tecnologia para guiar os estudantes a uma experiência que realmente possibilite o aprendizado. Buscando permitir o melhor entendimento de como esta ferramenta funciona, definições básicas do processo de impressão serão abordadas na sequência. Inicialmente, se tem uma explicação simples sobre como funciona o processo de impressão:

A tecnologia chamada hoje de impressão 3D é a técnica de construir sólidos tridimensionais, camada por camada, umas sobre as outras, até formar o objeto. Essa técnica também é chamada de manufatura aditiva, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto. Este método se difere dos processos de usinagem, onde máquinas controladas computacionalmente vão esculpindo e cortando blocos de matéria-prima como plásticos, madeiras e metais, até que se forme o objeto. Por essa diferença, a manufatura aditiva propicia economia de material em relação à usinagem (AGUIAR, 2016, p. 37).

Os insumos utilizados na impressão 3D são diversos, em sua maioria, sendo polímeros, mais conhecidos como plásticos. Em maior evidência estão o Polilático (PLA), muito utilizado por ser biodegradável e de fácil uso; o Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), insumo barato e de muita resistência; o Polietileno Tereftalato (PET), de acabamento brilhante e reciclável, além do nylon, fibras de carbono, dentre outros (MUV3DPRINT, 2020).

Quanto às técnicas utilizadas, a *Fused Deposition Modeling* (FDM) é uma das mais populares entre usuários da impressão 3D por se constituir em uma tecnologia livre, pouco custosa e de simples compreensão (CANESSA; FONDA; ZENNARO, 2013). A impressão FDM é caracterizada como de manufatura aditiva pelo seu perfil de montagem da peça por meio da deposição sequencial de camadas de termoplástico derretido. Esse processo é realizado por uma extrusora que empurra o filamento termoplástico por meio de um bico aquecido, derretendo o insumo e formando camadas no local destinado à construção do objeto.

Além disso, estão disponíveis no mercado modelos de impressora 3D diversificados, que utilizam variações na movimentação do bico aquecido e da cama de impressão, compondo características exclusivas para o objeto impresso (CHEN *et al.*, 2014). Essa diversidade de técnicas empregadas no processo de impressão, bem como a quantidade de insumos disponíveis, torna o uso dessas tecnologias possível, em diferentes áreas, desde a construção de peças industriais até dispositivos para a área da Saúde e Educação.

Ademais, uma das maiores vantagens da impressão 3D na construção de modelos didáticos é sua possibilidade de distribuição e de produção facilitada. Isso em função do fato de ser possível adquirir o modelo, em seu formato digital, enviá-lo pela internet, para então realizar sua produção na prototipagem rápida, utilizando softwares simples para o seu desenvolvimento. Assim, os modelos podem ser adquiridos por qualquer pessoa, em qualquer lugar, podendo construir diversas cópias idênticas de cada modelo, tornando ainda mais fácil a sua produção e utilização em larga escala (PALAIO; ALMEIDA; PATREZE, 2018).

Apesar destas facilidades, pouco foi publicado a respeito do papel dessa tecnologia na educação especial. Esta ferramenta pode contribuir neste sentido, favorecendo o envolvimento de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) em um público-alvo historicamente carente, criando materiais e Tecnologia Assistiva (TA). A tecnologia de impressão 3D pode ser vista como uma significativa ferramenta de auxílio aos estudantes, para criatividade e exploração, além de uma introdução interessante aos tópicos pertencentes a STEM. Esses materiais podem ser personalizados na sala de aula e voltados à tecnologia assistiva individualizada (BUEHLER *et al.*, 2016).

Nessa temática, Ferrari *et al.* (2019) realizaram um estado da arte, analisando a base de dados da plataforma *Web of Science*, no período de 2007 a abril de 2018,

buscando documentos acerca da impressão 3D e Tecnologia Assistiva. Apesar de encontrarem 227 artigos, apenas 136 se enquadraram nos critérios de inclusão, porém a maioria tratava de endopróteses, não consideradas como TA.

Dos 25 artigos que atendiam às características da temática, a sua maioria foi publicada em países desenvolvidos, não sendo encontrado nenhum estudo publicado e/ou desenvolvido no Brasil. Além disso, a primeira publicação encontrada data de 2012. Neste levantamento, foi observado que os insumos mais utilizados na produção de dispositivos de TA foram o ABS e o PLA que, além de terem baixo custo, ainda oferecem resistência térmica e ao impacto, características importantes para a construção desses dispositivos.

A conclusão é que, apesar da impressão 3D ser um tema atual e foco de diversas pesquisas, pouco ainda se tem estudado sobre o uso desta ferramenta na construção de recursos de Tecnologia Assistiva. Porém, os resultados apontam que a combinação de prototipagem rápida e TA é vantajosa, pois permite a individualização dos dispositivos fabricados, contribuindo para uma maior aceitação e satisfação por parte dos usuários, além da entrega de um produto preciso e com conforto.

2.3 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Nesta terceira seção, apresentaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC, que foi escolhida como referencial para o desenvolvimento da pesquisa e também para a aplicação do produto educacional. De início, apresentamos a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, pois foi a partir dos estudos dessa teoria que Moreira desenvolveu a TASC, passando da aprendizagem significativa à subversiva. No segundo tópico, serão abordados os principais conceitos, princípios, características e aplicações da TASC.

2.3.1 Da aprendizagem significativa à subversiva

Em 1963, por intermédio da obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, David P. Ausubel fez sua primeira apresentação de uma teoria cognitiva de aprendizagem significativa, em contraponto à clássica aprendizagem verbal por memorização. Nela, considerou diversas variáveis da estrutura cognitiva como as

principais influenciadoras no processo de aquisição e retenção do conhecimento, por exemplo: disponibilidade, especificidade, clareza, estabilidade, capacidade de discriminação, prática, análise, materiais de instrução, motivação, dentre outras (AUSUBEL, 2003).

O conceito central desta Teoria é a Aprendizagem Significativa, que acontece quando informações novas ganham novos significados por interação com fatores relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os quais também são modificados nesse processo. Uma importante constatação da posição cognitiva é que o nosso sistema psicológico é capaz de apreender e reter novas ideias e informações, significativamente e de forma mais eficaz, quando já estão disponíveis conceitos ou proposições relevantes e mais inclusivos, desempenhando um papel de subsunção ou fornecendo uma “ancoragem” ideal às ideias subordinadas. Para que isso aconteça o material utilizado deve ser potencialmente significativo, além do aprendiz demonstrar interesse para aprender (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2016).

A primeira condição trata da necessidade do material ter significado lógico e que o aprendiz apresente, em sua estrutura cognitiva, subsunçores que se relacionem com o material. Para tanto, precisamos entender subsunçor como uma espécie de “âncora” que liga a nova informação a um conceito ou proposição relevante preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando o indivíduo já consegue compreender conceitos e proposições, mas ainda não possui os subsunçores necessários à ocorrência da aprendizagem significativa, mostra-se imprescindível o uso de organizadores prévios que proporcionem a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa saber para aprender significativamente o novo material.

Os organizadores prévios representam “pontes cognitivas”, um material introdutório apresentado antes do conteúdo a ser aprendido, porém em um nível mais alto de abstração que facilitará o desenvolvimento de conceitos subsunçores que vão facilitar a aprendizagem. Em caso de falha deste processo, a aprendizagem será mecânica, sendo o novo material guardado na estrutura cognitiva de modo literal e arbitrário, dificultando a retenção (MOREIRA, 1995, 2016).

Ademais, precisamos destacar dois conceitos fundamentais da Teoria de Ausubel (2003) que serão utilizados na TASC: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ou integrativa. A diferenciação progressiva ocorre quando, ao programar a matéria, primeiramente apresentamos, as ideias mais genéricas e

inclusivas do conteúdo e, só depois, passamos para termos diferentes, de forma progressiva e em ordem descendente de inclusão.

O autor defende que esse princípio facilita a aprendizagem significativa por dois motivos: a princípio, é mais fácil as pessoas aprenderem aspectos diferenciados de um todo que já foi apreendido de forma mais inclusiva anteriormente, do que entender este todo inclusivo a partir das partes diferenciadas apreendidas anteriormente de forma separada; além disso, os indivíduos organizam os conteúdos das disciplinas em seu intelecto numa estrutura hierárquica, na qual os termos mais inclusivos ocupam o ápice e os demais termos são escalonados progressivamente, segundo seu nível de inclusão e diferenciação. Então, pode-se alcançar a diferenciação progressiva a partir da programação de matérias, por meio de organizadores determinados em uma série hierárquica, por ordem descendente de inclusão. Assim, cada organizador inicial serve como ancoragem em um nível global antes de apresentarmos um material novo para o aprendiz.

Por fim, temos a reconciliação integradora, ou integrativa, definida como:

Um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2012, p. 6).

Este princípio parte do pressuposto de que apenas as variantes que realmente são discrimináveis das ideias já ancoradas na estrutura cognitiva do estudante são retidas a longo prazo. Em resumo, devemos indicar de forma clara aos estudantes, as diferenças e semelhanças entre o novo material e as ideias anteriormente apreendidas em sua estrutura cognitiva. Assim, esses organizadores podem despertar as ideias relevantes já disponíveis dos aprendizes, funcionando como subsunçores em relação ao novo material que se quer ensinar (AUSUBEL, 2003).

2.3.2 A TASC

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica - TASC é relativamente nova. Foi proposta por Marco Antonio Moreira, ao longo da primeira década dos anos 2000. Essa teoria atenta-se para as rápidas e drásticas mudanças dos tempos atuais, onde Moreira (2010) acredita que uma aprendizagem significativa subversiva é uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea. Porém, o autor

optou por denominar de Aprendizagem Significativa Crítica o tipo de subversão referente à teoria.

Esse tipo de aprendizagem dá-se na perspectiva que permite ao aprendiz fazer parte de sua cultura, mas ao mesmo tempo, estar fora dela, não sendo dominado por meio de seus ritos, mitos e ideologias. É mediante esta que o sujeito consegue encarar as mudanças como algo construtivo sem se deixar dominar por ela, interagir com toda a informação sem ser coagido diante de sua enorme disponibilidade e velocidade. Ademais, o indivíduo deve ser capaz de utilizar e desenvolver a tecnologia, não se tornando, porém, um tecnófilo (DAMASIO; PEDUZZI, 2016).

É importante ressaltar que, em sua obra, Moreira (2010), focou seu estudo em dois *lócus* comuns dos eventos educativos, sendo a aprendizagem e o ensino. Deixou de lado outras três variáveis, sendo elas o currículo, o contexto e a avaliação. Ele explica que fez esta escolha porque seu foco era a aprendizagem, significativa e crítica, não havendo possibilidade de divisão da vertente do ensino (subversivo, facilitador da aprendizagem significativa subversiva/crítica). Apesar disso, deixa explícito que, inexistindo um currículo e um contexto que promovam com maior facilidade a implementação dos princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica e sem uma avaliação coerente com tais princípios, pouco do que foi proposto, em aprendizagem e ensino, terá condições de ser colocado em prática, fazendo com que a aprendizagem escolar permaneça sendo mecânica - e nunca será crítica, no sentido aqui proposto.

Ainda, é preciso conceituar quais são os princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica, que foram citados anteriormente. Estes são apresentados por Moreira (2013), analogamente aos princípios programáticos de David Ausubel, como ideias ou estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica. A proposta procura ser factível para sua implementação dentro da sala de aula, mas, ao mesmo tempo, sendo crítica (subversiva), diferenciando da relação que normalmente ocorre em sala de aula (MOREIRA, 2013; DAMASIO; PEDUZZI, 2016). Para facilitar a visualização destes princípios, foi criado um quadro que apresenta os onze princípios com suas respectivas definições, sendo esses seguidos durante a intervenção desta pesquisa.

Quadro 1 – Princípios para facilitação da aprendizagem significativa crítica, segundo Moreira (2013)

Princípio	Definição
-----------	-----------

1. Princípio do conhecimento prévio	Aprendemos a partir do que já sabemos. Assim, para ser crítico de algum conhecimento, primeiro o sujeito precisa aprender significativamente e para que isso aconteça, seu conhecimento prévio é, de forma isolada, a vertente mais importante.
2. Princípio da interação social e do questionamento	Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas. Um ensino baseado apenas em ensinar aos estudantes a dar respostas leva a uma aprendizagem mecânica. Ao contrário, podemos facilitar uma aprendizagem significativa crítica ao incentivar um ensino focado na interação entre o professor e o estudante promovendo o intercâmbio de perguntas.
3. Princípio da não centralidade do livro de texto	Diversidade de materiais instrucionais. O uso de materiais diversificados, e minuciosamente escolhidos, como artigos, poesias, resumos etc., no lugar da centralização em livros de texto.
4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador	O aprendiz percebe o mundo e o representa. Em resumo, tudo que o estudante recebe ele percebe. Portanto, o fundamental é a percepção, sendo esta, em sua maior parte, fruto de percepções prévias. A aprendizagem significativa crítica desencadeia a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aprendiz for encarado como um perceptor do mundo e do que lhe for ensinado, assim o tornando um representante do mundo, e do que lhe ensinamos.
5. Princípio do conhecimento como linguagem	Aprender de forma crítica é perceber a nova linguagem como um novo jeito de perceber o mundo. Compreender outros signos, instrumentos e procedimentos, mas em especial palavras, de forma substantiva e não-arbitrária. Sendo assim, o ensino deve procurar a facilitação dessa aprendizagem, utilizando o princípio da interação social e do questionamento, citado no item 2. A aprendizagem da nova linguagem é regulada pelo intercâmbio de significados, sendo esta mediação realizada através da linguagem humana.
6. Princípio da consciência semântica	É preciso tomar consciência de que o significado se encontra nas pessoas, não nas palavras. As palavras não são o que evidentemente se referem. A palavra significa a coisa, representa a coisa. A partir do momento que o estudante estabelece uma consciência semântica, a aprendizagem poderá ser significativa e crítica. Neste momento, não verá as respostas como apenas certas ou erradas, e nem as decisões sendo sempre sim ou não. O aprendiz pensará em alternativas, em complexidade de causas, em graus de certeza, etc.
7. Princípio da aprendizagem pelo erro	O homem aprende corrigindo seus erros. Não devemos pensar que o erro é ruim. Errado é pensar que a certeza existe, que a verdade é absoluta e que o conhecimento é permanente. Apesar disso, a escola costuma punir o erro, buscando a aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras. Em contrapartida, na aprendizagem significativa crítica, deve-se encarar o erro e pensar criticamente, aprender criticamente rejeitando certezas, tomando o erro como natural e aprendendo a partir de sua superação.
8. Princípio da desaprendizagem	Para aprender de maneira significativa, é preciso ligar o conhecimento prévio ao novo conhecimento. Porém, quando o conhecimento prévio impede a aquisição do novo conhecimento, é necessária uma desaprendizagem. Significa não utilizar o conhecimento prévio (subsunçor) que impede a captação dos significados que levarão ao novo conhecimento. Não se refere à “apagar” algum conhecimento já presente na estrutura cognitiva o que, afinal, é impossível se ocorreu a aprendizagem significativa, trata-se de não usá-lo como subsunçor. Esse princípio é fundamental na sobrevivência em um ambiente de constante

	mudança, onde é imprescindível ser capaz de constatar quais conceitos e estratégias antigas são relevantes às novas demandas, a partir de novos desafios e quais não são.
9. Princípio da incerteza do conhecimento	Aprender que perguntas são ferramentas de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. A natureza de uma pergunta determina a natureza da resposta. Este princípio atenta ao fato de que nossa visão de mundo é estruturada principalmente através das definições que criamos, das perguntas que elaboramos e com as metáforas que usamos. Estes três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana. Esse princípio pode ser visto como síntese de princípios anteriores.
10. Princípio da não utilização do quadro-de-giz	Diversidade de estratégias de ensino. Este é complementar ao terceiro princípio. Assim como o livro de texto simboliza a autoridade, o quadro-de-giz simboliza o ensino transmissivo. O uso de estratégias instrucionais diversificadas promove a participação ativa do aprendiz, estabelece um ensino centralizado no estudante, fator essencial na facilitação da aprendizagem significativa crítica.
11. Princípio do abandono da narrativa	Apenas repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. Por que não deixar que o estudante interprete o que está nos materiais e mostre seu entendimento aos colegas e ao professor? O ensino centrado no estudante utilizando o professor como mediador é onde o estudante fala mais e o professor fala menos. Essa dinâmica depende do uso de estratégias onde os estudantes possam discutir, negociar conceitos entre si, externalizar o resultado de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. É assim que se estabelece a aprendizagem significativa crítica.

Fonte: Adaptado de Moreira (2013).

Assim, neste trabalho se tem como desafio seguir os onze princípios citados por Moreira (2013), buscando o estabelecimento da aprendizagem significativa crítica na proposta apresentada. Cabe ressaltar que, no contexto desta dissertação, precisa-se apreender o que o estudante já sabe, porém, mais do que encontrar as representações, os conceitos e as ideias presentes em sua estrutura cognitiva, é importante atentar à totalidade do ser cultural/social, considerando suas manifestações e linguagens corporais, afetivas e cognitivas.

Este estudo engloba a compreensão de que o aprender decorre da individualidade de cada um. Neste contexto, o professor deve estar atento às particularidades de cada integrante do processo educacional, levando em conta suas peculiaridades corporais, psíquicas, socioculturais e motivacionais, que afetam sua forma de perceber e conceber o que está ao seu redor. Para que o estudante alcance resultados, o professor precisa estar atento a duas variáveis: atenção às características e particularidades de cada estudante que vai ensinar; atitudes e recursos adequados para que o estudante tenha acesso às informações e ao material a ser estudado (MASINI, 2011). É no intuito de atingir mais estas duas variáveis que o próximo tópico foi desenvolvido.

2.4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Considerando que a proposta de produto desta pesquisa é a construção de uma sequência didática que envolve a aplicação dos modelos concretos, é preciso conhecer suas definições e aplicações para criar sua estrutura adequadamente. Seguindo a definição exposta por Araújo (2013), a Sequência Didática (SD) representa um modo de o professor planejar as atividades de ensino segundo os núcleos temáticos e procedimentais escolhidos. Já para Zabala (1998), as sequências didáticas são 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 estudantes.

Segundo esse mesmo autor, as SD maximizam o desenvolvimento de habilidades e competências importantes que são relacionadas com a pesquisa científica e viabilizam experiências de cunho conceituais, procedimentais e atitudinais essenciais para a aprendizagem do estudante e, em especial, para o desenvolvimento de sua autonomia. Esses procedimentos precisam ser pluralizados e desafiadores, buscando possibilitar que os discentes fortaleçam as habilidades de análise e reflexão a partir da experimentação de situações-problema que vão aumentando sua complexidade constantemente e que guie ao aprofundamento dos temas abordados.

A SD reflete, também, a notoriedade das intenções educacionais e o papel das atividades determinadas na escolha dos conteúdos de aprendizagem. Alguns critérios para analisar essas sequências atribuem aos conteúdos de aprendizagem a capacidade de agir de forma a explicitar as intenções educativas, abarcando desta forma três dimensões: “[...] dimensão conceitual – o que se deve saber?; dimensão procedimental – o que se deve saber fazer?; dimensão atitudinal – como se deve ser?” (ZABALA, 1998, p. 31).

2.4.1 Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS

Contando com a SD como meio de intervenção desta dissertação e tendo sido estabelecida a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica como norteadora dos passos a serem dados nesta pesquisa, utilizam-se as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS como base de construção e avaliação das etapas da SD proposta.

A construção das UEPS tem como objetivo construir unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa, referente aos tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental. Possui a filosofia de que só existe ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa. Para tanto, os materiais de ensino utilizados para este fim devem ser potencialmente significativos (MOREIRA, 2011).

Na intenção de melhorar, em parte, a situação atual da educação, propõe as UEPS, uma abordagem que pode estimular tanto a pesquisa aplicada quanto ser usada diretamente na sala de aula. A proposição desta nova abordagem ocorre considerando que para ele, atualmente, a escola mostra aos estudantes os conhecimentos que eles precisam saber e os mesmos copiam, memorizam e reproduzem nas atividades avaliativas tais conhecimentos, subsidiando princípios de aprendizagem mecânica, desprovida de significado, modelo este que é utilizado e aceito por todos, desde professores e estudantes até pais e diretores (DAMASIO; PEDUZZI, 2016).

Como dito, a UEPS é uma sequência de ensino direcionada à aprendizagem significativa de conceitos e tópicos específicos de um ou mais conteúdos. O fator central é que os materiais e recursos empregados estejam direcionados a uma aprendizagem significativa. Por isso, deve-se começar pela escolha do tema, dos recursos e dos materiais, estes sendo necessariamente potencialmente significativos para os estudantes.

A SD baseada na UEPS está pautada na Teoria de Aprendizagem Significativa, porém Moreira (2011) traz também como fundamentos da UEPS, características de outras teorias vinculadas à aprendizagem cognitiva, sendo elas, as propostas de Novak (1977), Vergnaud (1990), Vygotsky (1987), Gowin (1981), Johnson-Laird (1983). Além dessas características, para a construção das UEPS também são trazidos os onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Segundo estas orientações, devem ser utilizadas diversas estratégias instrucionais buscando a participação ativa do estudante, essas estratégias devem fomentar aos estudantes discutirem, negociarem significados e fazerem atividades colaborativas recebendo e fazendo críticas (ROSA; CAVALCANTI; PEREZ, 2016; DAMASIO; PEDUZZI, 2016). A seguir, no Quadro 2, são apresentados os princípios citados anteriormente.

Quadro 2 – Princípios basilares da UEPS

Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;
Organizadores prévios indicam a relação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
O conhecimento prévio é a variável que tem maior influência na aprendizagem significativa;
As situações-problema devem ser propostas através de níveis crescentes de complexidade;
Parte do estudante a decisão se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no aprendiz; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;
Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos; essas situações precisam ser criadas para despertar a intencionalidade do estudante para a aprendizagem significativa;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre estudante, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o estudante a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no estudante.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

Além dos princípios basilares da UEPS, Moreira (2011) define oito passos que deverão ser seguidos na construção das SDs. O primeiro passo consiste em definir o tópico específico a ser abordado, pormenorizando seus aspectos declarativos e procedimentais, do modo como é definido no contexto da matéria de ensino na qual se insere o tópico escolhido. O segundo passo é a criação ou proposição de uma ou mais situações, seja uma discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, que implique na externalização do conhecimento prévio por parte do estudante, sendo necessário, porém, ser supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico em pauta.

Como terceiro passo, a aplicação de uma ou mais situações-problema, que deve ser em nível bastante introdutório, utilizando, para tanto, o conhecimento prévio

do estudante, que irá prepará-lo para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar. É possível já envolver nas situações-problema o tópico em pauta, mas não com o intuito de já começar a ensiná-lo. Aqui, é importante entender que as situações-problema podem ser usadas como organizadores prévios (situações que dão sentido aos novos conhecimentos), mas, para que isso ocorra, o estudante deve entendê-las como problemas, sendo capaz de modelá-las mentalmente. Estas situações-problema iniciais podem ser aplicadas por meio de demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, problemas clássicos da disciplina, entre outras, mas deve ser feito sempre de forma acessível e problemática.

No quarto passo, após serem trabalhadas as situações iniciais, deve-se introduzir o conhecimento a ser ensinado/aprendido, tendo como base a diferenciação progressiva, onde se começa com aspectos mais gerais, inclusivos, mostrando uma visão inicial do que é mais importante na unidade de ensino escolhida, mas logo exemplificando e introduzindo os aspectos mais específicos. Essa estratégia de ensino pode seguir, por exemplo, a seguinte ordem: uma curta exposição oral, em sequência a proposição de uma atividade colaborativa em pequenos grupos, por fim, levará a uma atividade de apresentação ou discussão em um único grande grupo.

Em quinto lugar, é preciso retomar os aspectos mais gerais, os que são estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, em uma nova apresentação (pode ser utilizada a mesma estratégia anterior), porém em um nível mais complexo em relação à primeira apresentação. Aqui as situações-problema devem ser dispostas em níveis crescentes de complexidade; apresentar novos exemplos, demonstrar semelhanças e diferenças referentes às situações e exemplos trabalhados anteriormente, ou seja, estabelecer a reconciliação integradora.

Depois desta segunda apresentação, deve-se indicar alguma outra atividade colaborativa visando a interação social entre os estudantes, de forma que os significados sejam negociados por meio da mediação do professor. A referida atividade pode consistir em uma resolução de problemas, a confecção de um mapa conceitual ou um diagrama V⁴ ou a realização de um experimento em laboratório,

⁴ É um instrumento heurístico, criado por Gowin em 1981, visando facilitar a compreensão do processo de construção do conhecimento. De forma resumida, temos o lado esquerdo do V que corresponde ao pensar e o lado direito ao fazer; a produção de conhecimentos nasce da interação entre um domínio conceitual e um metodológico. Na ponta do V encontra-se o evento estudado do qual são feitos registros que ao sofrer transformações metodológicas geram respostas sobre as quais são feitas asserções de valor (MOREIRA, 2011).

sendo fundamental apresentar a negociação de significados, além da mediação docente.

Para o sexto passo, concluindo a unidade, é preciso dar continuidade no processo de diferenciação progressiva, trazendo novamente as características mais relevantes do conteúdo escolhido, utilizando uma perspectiva integradora, ou seja, almejando a reconciliação integrativa, por meio de uma nova apresentação dos significados. O principal, aqui, não é a estratégia, em si, mas a forma como é abordado o conteúdo da unidade. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser sugeridas e estruturadas em níveis ainda mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; com a mediação do professor, essas situações devem ser tratadas em atividades colaborativas e após apresentadas e/ou discutidas em grande grupo.

Tem-se, também, no penúltimo passo, a avaliação da aprendizagem por meio da UEPS que deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo aquilo que seja passível de ser tratado como evidência de aprendizagem significativa do conteúdo escolhido. Além disso, deve ser realizada uma avaliação somativa individual após o sexto passo, aplicando questões/situações que resultem em compreensão, que demonstrem a captação de significados e, de preferência, alguma condição de transferência. Essas questões/situações precisam ser validadas antecipadamente por docentes experientes na matéria de ensino escolhida. A avaliação do desempenho do estudante na UEPS precisa estar embasada, de forma igualitária, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa.

A UEPS somente será considerada bem-sucedida caso a avaliação do desempenho dos estudantes indique evidências de aprendizagem significativa, podendo ser por meio da captação de significados por parte do estudante, compreensão, capacidade de explicar os conceitos ou de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A aprendizagem significativa precisa ser entendida como progressiva, ou seja, na qual o domínio de um campo conceitual é progressivo, buscando a ênfase em evidências, não em comportamentos finais (MOREIRA, 2011). Para finalizar as questões que norteiam a construção da UEPS, existe ainda um último fator, que são os aspectos transversais relacionados a essa, estes serão apresentados no Quadro 3:

Quadro 3 – Aspectos transversais das UEPS:

• em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;
• como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos estudantes que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;
• embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

Assim, para atingir o objetivo desta pesquisa, desenvolve-se esta UEPS seguindo o que a TASC propõe e, principalmente, estruturando-a segundo os oito passos definidos por Moreira, também, atentos aos princípios basilares e aspectos transversais apresentados acima. Além da preocupação com a estrutura da Sequência Didática, o foco foi promover o diálogo e o pensamento crítico, colocando o estudante como protagonista do processo, ao incentivar o desenvolvimento de atividades colaborativas junto à equipe do projeto, sua participação na elaboração das atividades, propondo situações-problema e sempre priorizando que utilizem recursos e materiais potencialmente significativos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo discorre sobre os procedimentos metodológicos inerentes à pesquisa, abordando seu contexto e classificação, os procedimentos éticos realizados para garantir a proteção dos participantes, a escolha da equipe e dos estudantes, bem como a forma de coleta e análise dos dados da investigação.

3.1 CONTEXTO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa integra o Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFMS, delimitada segundo a linha de pesquisa - Práticas Educativas em EPT, no Macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT. Além da apresentação deste estudo no formato de dissertação, também foi elaborado um Produto Educacional (PE) apresentado no Apêndice G.

3.1.1 Abordagem, natureza, objetivos e procedimentos técnicos da pesquisa

Segundo sua abordagem, esta pesquisa se classifica como qualitativa, pois não enfatiza a questão numérica, mas tem como princípio se aprofundar nas questões relacionadas à compreensão de um grupo social, uma organização, entre outros. Esta abordagem utiliza os métodos qualitativos em busca da explicação do “porquê” dos fatos, sem, contudo, quantificar valores, pois os dados não são numéricos e são obtidos a partir de diferentes abordagens (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Ainda, os mesmos autores indicam este estudo como sendo de natureza aplicada, já que objetiva gerar conhecimentos visando aplicação prática, voltados para solução de problemas e/ou objetivos específicos previamente definidos em um espaço de tempo de médio ou curto prazo de alcance. Envolve verdades e interesses locais, ligados a problemas do mundo real.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é classificada como explicativa, que segundo Gil (2008), é aquela que tem como foco a identificação dos fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando o porquê das coisas a partir dos resultados oferecidos. Segundo este autor, “uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a

identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado” (GIL, 2008, p. 29).

Pode-se delimitar esta pesquisa a partir dos seus procedimentos técnicos, como sendo participante, já que se caracteriza pela identificação e interação do pesquisador com o público-alvo do estudo, além do que, para Gil (2008), este tipo de pesquisa vem sendo proposto com o intuito de alcançar resultados socialmente mais relevantes a partir da relação entre pesquisador e pesquisado, que vai além da mera observação do primeiro pelo segundo, mas alcança a identificação entre ambos, descaracterizando o sujeito social investigado como apenas um objeto. O intuito é que, utilizando esses procedimentos, seja possível captar a maior quantidade de informações possíveis, e que tomando como base o referencial teórico apresentado, seja possível criar um produto educacional realmente relevante.

3.1.2 Pesquisa bibliográfica

O levantamento bibliográfico desta pesquisa teve início com a leitura da legislação referente à educação inclusiva e aos direitos da pessoa com deficiência, em especial aquelas que tratam da deficiência visual. Alguns regulamentos do IFMS também foram utilizados como forma de avaliar a abordagem do tema no *lócus* de realização desta pesquisa. Após as primeiras leituras, foi feito um levantamento nos currículos, via plataforma *lattes*, de pesquisadores com produção científica na área da inclusão. Foram selecionadas pesquisas ligadas ao tema e, também, se utilizaram os estudos de base citados nas pesquisas, buscando aqueles que tinham mais expressividade entre os trabalhos selecionados.

Porém, ao longo das leituras e análises das pesquisas relacionadas com o tema em questão, observa-se a escassez de citações de estudos envolvendo a utilização de impressão 3D como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. Assim, optou-se por realizar um estudo do tipo Estado da Arte, na seara das Ciências da Natureza, mapeando as produções científicas que relacionam a impressão 3D com o processo de ensino e aprendizagem nesta área. No início, a escolha era apenas na área da Biologia, porém em um primeiro levantamento, constata-se que haveria pouco material para análise. Então, expandiu-se a área da análise para trabalhos de Biologia, Física e Química, por apresentarem semelhanças no estudo da natureza em vários aspectos.

Para esta análise foram realizadas buscas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, no portal do *Google*, no *Google Acadêmico* e na plataforma *Scientific Electronic Library Online – SciELO*. Nessas plataformas foram realizadas diversas buscas, utilizando combinações com as seguintes palavras-chave, entre aspas: “impressora 3D”, “tridimensionalidade”, “modelos concretos”, “ciências”, “ciências da natureza”, “ensino”, “aprendizagem”, “biologia”, “física” e “química”.

Foram selecionados 22 trabalhos que atenderam todos os requisitos e armazenamos em pastas separadas por área e ano de publicação. Após a seleção, as pesquisas foram categorizadas em uma planilha, a partir das seguintes características: título do trabalho, classificação, ano de publicação, instituição de origem dos autores, área e subárea, local de realização da pesquisa separada em região do país, nível de ensino em que foi aplicada a pesquisa, forma de utilização da impressão 3D, métodos de impressão e insumos utilizados e, por fim, se a pesquisa apresenta foco inclusivo e em qual tipo de deficiência.

Após, os trabalhos foram numerados segundo a área, ordem cronológica e classificação do trabalho. A amostra é composta por 22 trabalhos, sendo sete com foco na Biologia, cinco na Física, oito na Química, e ainda um trabalho envolvendo Biologia e Química e outro envolvendo as três áreas. Destes trabalhos, dez são artigos científicos publicados em periódicos, quatro Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e oito Dissertações de Mestrado.

Ainda sobre este levantamento, após a apreciação do relatório de qualificação pela banca, foi sugerida uma nova busca no ano de 2021, visando a complementação das pesquisas, já que não houve resultados nesta temática desenvolvido em 2020. Assim, utilizando a mesma metodologia anteriormente descrita, foi realizada uma nova busca, encontrando cinco novos resultados. Apesar das informações reforçarem o que já se havia encontrado, existe um destaque para a região na qual estas pesquisas foram realizadas, pois dos cinco materiais encontrados, quatro pertencem à Região Sul.

Este estado da arte resultou na construção do item “1.2.3 A Impressão 3D na Educação e sua relação com a Tecnologia Assistiva” que apresenta as contribuições das produções acadêmicas na área de Ciências da Natureza que empregam a impressão 3D como ferramenta na construção de materiais de apoio ao processo de ensino e aprendizagem das áreas de Biologia, Química e Física.

3.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Além de toda a pesquisa bibliográfica para embasamento teórico desta pesquisa, para início das tratativas que levaram à aplicação desta, foi realizada a solicitação de autorização de pesquisa junto ao IFMS e ao *Campus* Campo Grande, *lôcus* de realização deste projeto. O estudo foi submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), via Plataforma Brasil, tendo parecer favorável junto ao CEP da Universidade Católica Dom Bosco - UCDB, parecer n. 3.976.197. Visando assegurar a confiabilidade das informações prestadas, sigilo dos dados e os interesses dos pesquisados, foram elaborados os seguintes termos que foram assinados de forma prévia pelos interessados:

- a) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (APÊNDICE D);
- b) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE E);
- c) Termo de Cessão de Uso de Imagem e/ou Voz (APÊNDICE F).

3.3 PARTICIPANTES E CENÁRIO DA PESQUISA

Após a definição do escopo da pesquisa, foi traçado o perfil do público-alvo que atenderia às características da pesquisa. Para realizar esse levantamento, se entrou em contato com a Pró-Reitoria de Extensão (Proex) do IFMS, que indicou os responsáveis pelos Napnes dos dez *campi* da instituição como detentores das informações de estudantes que apresentam necessidades educacionais específicas e que poderiam informar a existência de estudantes em seus *campi* que atendessem os seguintes critérios:

- a) estar cursando o Ensino Médio Integrado, independente da área específica escolhida;
- b) no período de aplicação do produto educacional, estar matriculado em um curso cuja grade apresente a disciplina de biologia ou já tenha cursado esta disciplina;
- c) possuir algum tipo de deficiência visual, mesmo que não tenha solicitado nenhum recurso adaptativo para a instituição.

Essa consulta foi realizada no segundo semestre de 2019, havendo a devolutiva dos 10 *campi*. Apenas os de Aquidauana, Campo Grande, Corumbá, Dourados e Três Lagoas sinalizaram a existência de estudantes com deficiência

visual. Mesmo com o quantitativo de Aquidauana (1), Campo Grande (2), Corumbá (1), Dourados (1) e Três Lagoas (1), somente um estudante do *Campus* Campo Grande atendeu todos os critérios.

Os estudantes que não foram selecionados cursavam o Ensino Superior, não se reconheciam como pessoas com deficiência visual e/ou não participariam da pesquisa. Apesar de existir apenas um estudante disponível para a pesquisa de forma integral, onde aplicaríamos todos os passos da sequência didática, os Napnes se comprometeram em comunicar a entrada de novos estudantes que se encaixassem no perfil da pesquisa.

Considerando que nenhum Napne informou a entrada de novos estudantes com o perfil da pesquisa, realizamos uma nova consulta no final do segundo semestre de 2020 para verificar a possibilidade de haver mais algum estudante interessado. Em função do contexto da Pandemia e ao fato de não obter resposta de alguns *campi*, foi preciso entrar em contato, em fevereiro de 2021, para confirmar as informações. Assim, obtivemos o seguinte quantitativo: Corumbá (1 estudante) e Campo Grande (1 estudante). Considerando a logística em período de Pandemia, resolvemos manter apenas o estudante do *Campus* Campo Grande, que já estava participando.

É importante ressaltar que no início do ano letivo de 2021, quando já havíamos dado início às atividades da sequência didática, tomamos conhecimento da existência de mais um estudante de baixa visão no *Campus* Campo Grande. Contudo, após todo o processo de sensibilização para que este fizesse parte da pesquisa, o estudante optou por não participar, acreditando que não fosse possível acompanhar as atividades da pesquisa e as disciplinas que estavam acumuladas.

Buscando oportunizar uma maior interação do estudante selecionado com outros estudantes e, também, fomentar a inserção deste na pesquisa, optamos por inserir parte desta proposta no Edital 019/2020 de Iniciação Científica e Tecnológica – ICT, disponibilizado pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação – Propi do IFMS. Assim, além da interação com outros estudantes, tivemos à disposição uma equipe multidisciplinar, que contou, além da pesquisadora, com professores de Biologia, Informática e Engenharia e uma professora de apoio que acompanha as atividades do estudante selecionado. Essa equipe foi fundamental para alcançarmos os objetivos da pesquisa, tornando o processo mais enriquecedor para o estudante, oportunizando ainda a participação em eventos científicos e a publicização dos resultados alcançados.

Assim, este estudo foi conduzido no âmbito do IFMS, no *Campus* Campo Grande, e teve como objetivo a análise da aprendizagem de conceitos de biologia celular por parte de um estudante com deficiência visual, durante a aplicação de uma sequência didática utilizando modelos concretos impressos em 3D. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi solicitada a autorização da Direção do *Campus*. A princípio, havíamos solicitado o uso das instalações da instituição, em especial o espaço do IFMAKER⁵, onde se encontravam as impressoras 3D disponíveis. Porém, devido a algumas reformas estruturais na instituição, utilizamos impressoras pessoais de um dos professores da equipe e, também, uma das impressoras do IFMS que estava em posse deste mesmo docente.

Os gastos com insumos para o desenvolvimento do produto educacional foram custeados principalmente pela pesquisadora, mas também contamos com auxílio do IFMS, através de dois editais: 019/2020⁶ (Iniciação Científica - ICT) e 066/2020⁷ (Auxílio TCC – Pós-Graduação).

3.4 A INVESTIGAÇÃO

Além do que preconiza a TASC, e seguindo os oito passos da UEPS, esta investigação foi estruturada em treze momentos. Além dos passos estabelecidos em função dos pressupostos da teoria, alguns momentos adicionais foram criados para contemplar o caráter inovador e inclusivo da pesquisa, e serão descritos na sequência desta seção.

Para uma melhor visualização do percurso, criamos um quadro que apresenta os treze momentos. Existem, ainda, três divisões: indicação de qual passo da UEPS cada momento se refere, caso exista uma relação com a teoria; as formas do encontro, dividindo-se em presenciais e à distância; e quais as principais atividades que foram desenvolvidas no determinado momento. Estes dados podem ser observados no quadro 4, a seguir:

⁵ O IFMAKER é um ambiente colaborativo, facilitador de projeção, produção e consolidação de produtos, por meio da formação complementar em áreas compatíveis, em seus aspectos técnicos, com as atividades de ensino, pesquisa e extensão oferecidas pelo IFMS. É um espaço importante para a comunidade e estudantes, realizando eventos, minicursos e palestras, além de ter projetos com foco na solução de problemas locais (IFMS, 2020).

⁶ <http://selecao.ifms.edu.br/perfil/outras/iniciacao-cientifica-e-tecnologica-edital-no-019-2020>

⁷ <http://selecao.ifms.edu.br/perfil/estudantes/edital-no-066-2020-propi-ifms-auxilio-trabalho-de-conclusao-de-curso-tcc-pos-graduacao>

Quadro 4 – UEPS: cronograma de encontros, passos, formato e atividades

Momento	Passo da UEPS	Forma do Encontro	Atividades Desenvolvidas
1	“Quebrando barreiras comunicacionais”	A distância – Via <i>Google Meet</i> ⁸	Atividade adicional para conhecer as limitações/preferências do estudante de baixa visão (Apêndice C);
2	Passo 1 - Apresentação da proposta à equipe	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Apresentação da equipe e do projeto (<i>PowerPoint</i>); Descrição dos passos da UEPS; Encaminhamentos dos encontros.
3	Passo 2 - Conhecendo os subsunçores	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Análise dos conhecimentos prévios por meio da aplicação do questionário 1 (Apêndice A);
4	“Resgatando Organizadores Prévios”	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Minicurso “Introdução à Biologia Celular”
5	“Conhecendo o mundo da Impressão 3D”	Presencial	Minicurso de Impressão 3D para toda a equipe.
6	Passo 3 - Situação-problema introdutória	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Questionamento introdutório “A Célula”; Discussões sobre os levantamentos anteriores.
7	Passo 4 - Diferenciação Progressiva	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Dinâmica de reconhecimento das estruturas celulares; Aula expositiva sobre as estruturas apresentadas.
8	“Morfologia das Células”	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Criando um desenho 2D de uma célula animal e vegetal; Definição das cores dos modelos concretos.
9	Passo 5 - Nova situação-problema (mais complexa)	Presencial	Novo questionamento do conteúdo de forma mais complexa e apresentação do desenho 2D; Análise e discussão da equipe sobre os desenhos; Experimento prático com a adaptação dos modelos concretos e sua relação com o conteúdo.
10	Passo 6 - Reconciliação Integrativa	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Retomada das características essenciais do tema escolhido; Apresentação por parte do estudante dos modelos concretos finalizados.
11	Passo 7 - Avaliação Somativa	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Aplicação do Questionário 2 (Apêndice B).
12	Passo 8 - Avaliação da própria UEPS	A distância	Análise de todo o percurso metodológico; Resposta ao formulário de avaliação da UEPS e sugestões de melhorias futuras; Entrega de vídeo de <i>feedback</i> do estudante.
13	<i>Feedback</i> ao Estudante	A distância – Via <i>Google Meet</i>	Devolutiva sobre a análise das respostas do Questionário 2 e reforço de conceitos parciais; Apresentação e repasse das demandas para adaptações da página web.

Fonte: Elaboração da autora (2021).

⁸ É um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google - <https://meet.google.com/>.

Os momentos que são apresentados no quadro acima, que possuem um passo a passo da UEPS correspondente, foram construídos com base na teoria e seguem os pressupostos do referencial teórico. Considerando que esses passos já foram explicados no Capítulo 2, bem como serão apresentados de forma detalhada nos capítulos 4 e 5, neste momento se busca explicar o porquê da criação de momentos adicionais neste percurso.

O “Momento 1 – Quebrando barreiras comunicacionais” foi pensado como forma de conhecer melhor a realidade do estudante, entendendo quais eram suas maiores dificuldades e preferências. Este momento foi oportunizado em função do período de espera para poder realizar a aplicação da UEPS em um período mais seguro, em função da Pandemia da COVID-19. Então, realiza-se uma entrevista guiada (Apêndice C), com o estudante selecionado e sua professora de apoio, realizando o levantamento de informações pessoais, sobre o grau de perda de visão e suas consequências, recursos inclusivos que utilizava ou tinha interesse de utilizar e suas preferências quanto ao formato de repasse dos materiais que se usaria ao longo da pesquisa. Além disso, aproveita-se a experiência da professora de apoio para complementar as informações, permitindo que as intervenções futuras fossem mais assertivas.

Já no “Momento 4 – Resgatando organizadores prévios”, realiza-se um Minicurso de Biologia Celular. Apesar de esta etapa estar de certa forma incluída na proposição da UEPS, opta-se por realizar este minicurso depois da análise dos resultados obtidos pelo estudante na resolução do Questionário 1 (Apêndice A). Entende-se que os conhecimentos prévios do estudante eram insuficientes, podendo prejudicar o andamento do processo caso se passasse diretamente para as atividades, mesmo que em nível inicial. Assim, realizou-se um minicurso em caráter introdutório e com perfil mais geral, no intuito de permitir um melhor aproveitamento das atividades futuras pelo estudante.

O caráter inovador desta pesquisa deu espaço para a criação do “Momento 5 – Conhecendo o mundo da impressão 3D”. Como a maioria dos membros da equipe não tinha conhecimentos aprofundados da ferramenta, e uma das partes do Produto Educacional trata da criação de um Guia de Impressão 3D, optou-se por incluir este minicurso nas atividades. Antes da realização desta etapa e mais uma vez aguardando um período mais seguro para aplicar uma atividade em caráter presencial, a equipe participou de dois cursos de impressão 3D no formato EAD,

sendo: possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na Educação⁹, com carga horária de 40 horas, disponibilizado pelo IFRS e Introdução à Impressão 3D, ofertado pelo IFMG, com carga horária de 60 horas, nos meses de março e abril de 2021. O minicurso foi realizado na manhã do dia 15 de abril de 2021, em uma empresa parceira – Imprimo 3D, em Campo Grande – MS, ministrada pelo Prof. Matheus Neivock, resultando, também, em um vídeo explicativo¹⁰ do processo de impressão 3D disponível no guia virtual.

Entre os passos 4 “Diferenciação Progressiva” e o 5 “Nova situação-problema (mais complexa)”, opta-se por realizar o “Momento 8 – Morfologia das Células” para promover o protagonismo do estudante e o trabalho colaborativo. Nesta etapa, cria-se um material de apoio com a indicação de diversos *sítes*, videoaulas e aplicativos de células 3D, para que o estudante pudesse estudar os formatos das estruturas celulares e entender a disposição dentro das células animal e vegetal. Assim, após o acesso ao material, solicita-se a realização de um desenho de uma célula 2D, indicando as cores que o estudante acreditava resultar nos melhores contrastes e facilitar a lembrança de seus conceitos. Essas cores também foram trabalhadas em um encontro via *Google Meet*, para discussão do porquê das escolhas e definir qual seria a melhor adaptação que poderíamos fazer nas células no próximo passo, já com os modelos concretos impressos.

Por fim, somente após a análise das respostas do Questionário 2 (Apêndice B), decidimos criar o “Momento 13 – *Feedback* ao Estudante”. Apesar de não existir a necessidade de repassar ao estudante um *feedback* de seu progresso, no contexto da UEPS, acreditamos ser nosso dever mostrar essa análise ao estudante que se dedicou em todo esse percurso. Além disso, entende-se ser fundamental tentar reforçar os conceitos que não alcançaram um nível satisfatório, a fim de tentar mitigar os déficits de aprendizagem dos conceitos trabalhados, ainda mais ao perceber que o estudante demonstrou interesse em receber essa devolutiva. Apesar de citar este momento aqui, não se realiza uma análise das interações, considerando estar fora do escopo de avaliação e validação proposto na UEPS.

⁹ <https://moodle.ifrs.edu.br/course/info.php?id=2884>

¹⁰ <https://www.innovatione.com.br/guiavirtual/videos.php>

3.4.1 Instrumentos de coleta de dados

Para o desenvolvimento da Sequência Didática proposta foram realizados vários encontros a distância e apenas dois presenciais, sendo registradas todas as gravações desses encontros, no intuito de facilitar a análise da interação do estudante com o material inclusivo e com os participantes, sejam esses professores, facilitadores ou a própria pesquisadora. Assim, para registrar todas as interações, além do que é possível obter com as respostas dos questionários, acredita-se ser necessário tornar o processo mais dinâmico, possibilitando um grau de conforto ao estudante durante a interação com o material inclusivo. Pensando nisso, e baseado na pretensão de contribuir para uma aprendizagem significativa crítica, como demonstrado no referencial teórico, utiliza-se a videografia¹¹.

Além das gravações dos momentos apresentados no Quadro 4, criamos, também, outros instrumentos de coleta. No “Momento 1”, uma etapa adicional criada pela equipe com o intuito de conhecer as limitações e preferências do estudante, realizamos uma entrevista guiada por meio do roteiro da entrevista inicial com o estudante e professora de apoio (Apêndice C). Esse roteiro foi fundamental como guia no momento da entrevista, considerando que a pesquisadora não possuía experiência com atendimento a estudantes, sobretudo em questões voltadas à educação inclusiva.

Ainda, para dois momentos cruciais desta pesquisa, optou-se pela utilização de questionários. A primeira utilização deste instrumento foi feita no “Momento 3”, referente ao segundo passo da UEPS – “Conhecendo os Subsunçores”, por meio do Questionário Inicial (Apêndice A). Este, foi construído em duas partes, sendo a primeira voltada aos dados pessoais do estudante e a segunda contendo perguntas de letras “a” até “k”, acerca do conteúdo de Biologia celular. Aqui, o foco era captar os conhecimentos prévios do estudante, caso houvesse, elemento importante, também, para estruturar as etapas seguintes, de modo a compreender os conceitos inexistentes/insuficientes na estrutura cognitiva do estudante.

¹¹ Para uma boa análise qualitativa de processos de aprendizagem e cognitivos, é preciso captar interações sutis entre as relações das ações. A utilização da videografia, que estuda as interações através da filmagem em vídeo é uma eficiente estratégia para coleta e análise de dados, permitindo uma boa interpretação das relações. Mostra-se, também, como uma ferramenta excepcional para a investigação microgenética das atividades, ao minuciar as ações comunicativas e gestuais (MEIRA, 1994).

Após, no “Momento 10”, que condiz com o passo 7 da UEPS – “Avaliação Somativa do Estudante” realizamos a aplicação do Questionário 2 (Apêndice B). As oito questões deste segundo questionário abordaram o mesmo contexto do primeiro, justamente para realizar a análise qualitativa de uma possível evolução conceitual do conteúdo de biologia celular por parte do estudante.

Por fim, foi utilizado um último recurso, o *Google Forms*, estruturado com perguntas abertas e fechadas, com o objetivo de obter o *feedback* do estudante em relação à UEPS, contemplando todo o percurso, com perguntas sobre o próprio nível de esforço e percepções sobre seu aprendizado, habilidade e receptividade dos professores/instrutores, conteúdos abordados na pesquisa, aspectos que mais agradaram e que poderiam melhorar em uma próxima pesquisa e o grau de satisfação em participar das atividades.

3.4.2 Análise dos dados

A análise de dados foi realizada segundo o que Moreira (2011) prevê no sétimo passo da UEPS, que preconiza que a avaliação da aprendizagem precisa ser feita durante todo o processo de implementação da UEPS, por meio do registro de tudo que pode ser uma evidência de aprendizagem do conteúdo. Além disso, deve existir uma avaliação igualitária de desempenho do estudante, que envolve a avaliação somativa individual, que foi realizada por meio dos questionários e das condições de transferência de conhecimento do estudante, atrelada a uma avaliação formativa (situações de interação, processos colaborativos, registros da pesquisadora).

Assim, cada passo da UEPS apresentado no Quadro 4 foi gravado, para posterior análise. Todos os registros foram avaliados individualmente, buscando indícios de uma aprendizagem significativa crítica e manifestações do estudante que pudessem retratar um entendimento além daquilo que ele conseguia demonstrar por meio das respostas dos questionários e questionamentos durante as atividades. Para retratar este caráter qualitativo e complementar a análise de dados proposta pela UEPS, realizou-se a triangulação dos resultados obtidos. Esse processo pode ser entendido como:

A técnica da triangulação tem por objetivo básico abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do foco em estudo. Parte de princípios que sustentam que é impossível conceber a existência isolada de um fenômeno social, sem raízes históricas, sem significados culturais e

sem vinculações estreitas e essenciais com uma macrorrealidade social (TRIVIÑOS, 1987, p. 138).

Para a avaliação e análise específica das respostas do estudante no questionário 1, utilizam-se os critérios estabelecidos por Vinholi Júnior (2011), na caracterização dos subsunçores em “Adequados”, “Parcialmente Adequados” e “Inexistentes”. Essa classificação foi primordial na condução das atividades posteriores ao Questionário 1, pois possibilita visualizar a necessidade do resgate dos organizadores prévios, previstos no “Momento 4” da UEPS.

Já para a avaliação e análise do questionário 2, destinado à avaliação somativa do estudante após a intervenção, realiza-se a categorização das respostas de acordo com os critérios estabelecidos por Manassero e Vázquez (2001), que indicam três classificações possíveis. Adaptaram-se esses termos, resultando em três categorias: Evolução Conceitual Adequada (ECA), Evolução Conceitual Plausível (ECP) e Evolução Conceitual Insuficiente (ECI). Assim, foi possível estabelecer um quadro-resumo com a evolução conceitual do estudante após a intervenção, que será apresentado no Capítulo 4.

Por fim, apesar de se apresentarem alguns dados numéricos, não se realiza nenhuma análise estatística, pois se utiliza esta métrica apenas como suporte à análise qualitativa das informações. Apesar disso, com a demonstração das análises e transcrições das atividades e, ainda, apresentando a triangulação feita, consegue-se demonstrar um panorama mais claro dos resultados e contribuições desta pesquisa, respondendo aos questionamentos que foram feitos na problemática desta dissertação.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste momento, apresentam-se as análises resultantes das etapas da UEPS proposta, bem como as informações obtidas por meio dos instrumentos de coleta indicados no capítulo anterior. Todas as análises foram realizadas seguindo as premissas da própria UEPS e da TASC. Separa-se este capítulo em seis seções, para apresentar todos os momentos da UEPS de forma mais clara.

Inicia-se com a apresentação do estudante e da proposta à equipe, indicando pontos importantes observados no início do processo. Em seguida, se traz a análise das respostas obtidas com a aplicação do Questionário 1. Na sequência, são apresentadas todas as atividades desenvolvidas na UEPS, que estão separadas em duas seções: os minicursos e as situações-problema. Na quinta seção se faz uma comparação do questionário inicial e final, para apresentar um quadro da evolução conceitual do estudante. Por fim, a perspectiva final da pesquisa é mostrada à luz dos *feedbacks* obtidos.

4.1 QUEBRANDO BARREIRAS COMUNICACIONAIS

Esta seção compreende os momentos 1 e 2 da UEPS. Inicialmente, a UEPS introduzida com a apresentação da pesquisa à equipe; porém, se estava à espera de um momento mais adequado para o início das atividades e se pensa em adicionar o Momento 1 – “Quebrando barreiras comunicacionais”. É uma etapa que não faz parte dos passos previstos na UEPS, mas foi fundamental em função do caráter inclusivo da pesquisa.

Ao se pensar na apresentação da pesquisa para a equipe e na sequência de atividades que se desenvolveria, houve dúvidas se o estudante conseguiria visualizar de forma clara a apresentação, principalmente, em função da apresentação das imagens dos modelos concretos que pretendíamos e criar. Então, realizou-se essa entrevista guiada com o estudante e sua professora de apoio para entender algumas questões importantes sobre o perfil do estudante, visando otimizar o preparo dos materiais futuros, segundo suas demandas específicas. Apesar de já saber que o estudante apresentava baixa visão, suas demandas não são necessariamente as mesmas de outro estudante com característica similar. Por isso, precisa-se conhecer a realidade do estudante, o grau de perda de visão, a disponibilidade e conhecimento

de TA, suas facilidades e dificuldades, entre outras questões que serão apresentadas a seguir.

O estudante em questão é maior de idade e está no sétimo semestre do curso técnico integrado ao Ensino Médio em Mecânica do IFMS, *Campus* Campo Grande. Possui baixa visão congênita, com acuidade visual corrigida no melhor olho de 20/400, sendo o resíduo visual de 7% no olho esquerdo e 2,5% no direito. Depois de um panorama sobre a sua condição visual, questiona-se sobre a existência de algum recurso que, eventualmente, não o possibilitasse utilizar em sala de aula, ou que possuía dificuldades. O estudante indicou que em oportunidades anteriores no âmbito do IFMS, não conseguiu fazer a utilização do microscópio, de forma que as imagens ficavam “confusas”.

A professora de apoio completou dizendo que ele tem dificuldade com contrastes de fundo e identificação de algumas cores. Ao explicar que cores eram essas, ele disse: “...*ah, tipo, o rosa e branco... tipo se tiver um verde muito escuro eu acho que é preto, é tipo cores que são muito escuras ou muito claras*”. Já ao ser questionado sobre qual cor ou contraste tinha preferência, respondeu: “*as cores primárias, como vermelho, azul, amarelo, preto e branco*”. Com a complementação da professora, chega-se à seguinte preferência de formatação para os *slides* e materiais impressos: fundo branco com letras pretas, fontes a partir do tamanho 24, sendo *Arial* ou *Verdana* e, no caso de uso de imagens, optar por aquelas com melhor resolução e menos complexas.

Quando questionado se sempre teve um profissional de apoio no auxílio das atividades escolares, respondeu que em sua maioria sim, porém ao entrar no IFMS, ficou os primeiros anos do ensino médio sem este auxílio. Mesmo com a previsão deste direito em lei, a disponibilidade de um profissional do campo da educação especial não é a realidade em muitas instituições. Inclusive, a ação conjunta deste professor com os membros do NAPNE é essencial no contexto inclusivo, como diferencial para garantir a plena escolarização desse estudante. É imprescindível que exista uma normativa para possibilitar que os IFs realizem concursos públicos para docentes especialistas em Educação Especial, já que esse profissional quase nunca faz parte do quadro de servidores, aparecendo na maioria dos casos em caráter temporário (ZERBATO; VILARONGA; SANTOS, 2021).

Em relação ao uso de TA, o estudante não solicitou nenhum tipo à instituição, mas ofertaram uma lupa eletrônica. Sobre o uso dessa ferramenta, o estudante

indicou que o auxilia de forma satisfatória, optando por utilizar lupas convencionais e eletrônicas sempre que necessário.

Um fator que cabe destacar é que o estudante nunca havia utilizado modelos concretos em nenhuma disciplina, apesar de ter conhecimento de o que é esse tipo de material. Além disso, ao ser questionado sobre a utilização da impressão 3D, respondeu que tinha interesse em desenvolver algum projeto com essa ferramenta, mas que também nunca teve contato com a mesma. Disse, também, acreditar que a impressão 3D possa contribuir no processo de ensino-aprendizagem de estudantes de baixa visão, inclusive perguntou como seria desenvolvida a estrutura das células em 3D: *“você já pensaram mais ou menos como que vocês vão fazer a célula? ... tipo ela vai ser só um lado ou vai ser desmontável? ...tipo eu vi no oftalmo, tipo um olho que era desmontável, pra tipo quando a pessoa é totalmente cega ele explicar, daí ele vai desmontando pra pessoa segurar e apalpar”*.

Assim, percebe-se que, ao demonstrar interesse em um modelo celular que pudesse ser composto por diferentes estruturas internas, por meio de encaixe, isso provavelmente tem forte correlação ao fato dele ter conseguido compreender de forma mais satisfatória as partes do globo ocular que o oftalmologista mostrou quando utilizou o tato, o que ajudaria, também, na distinção das estruturas celulares.

Na sequência das atividades se tem a apresentação da proposta à equipe. Este segundo momento é previsto na UEPS e corresponde ao Passo 1. Após o primeiro contato com o estudante, segundo os critérios apresentados anteriormente na metodologia, e após traçar seu perfil apresentado acima, realizamos o primeiro contato com toda a equipe via *Google Meet*. Apesar de já estarmos vivendo um momento de Pandemia, este formato de encontro já havia sido definido previamente, considerando que alguns membros da equipe eram do município de Coxim, MS.

Então, neste momento se atenta a repassar ao grupo as informações gerais da pesquisa. Indicam-se os objetivos que se pretendem alcançar, explica-se a proposta de Produto Educacional que seria desenvolvido e se apresentam os membros da equipe. Além disso, considerando o caráter inovador da pesquisa, resolveu-se explanar de forma simples o que são os modelos concretos, a impressão 3D e como se construiria este tipo de material. Aproveita-se, assim, para mostrar alguns modelos biológicos impressos em 3D.

Finaliza-se este primeiro encontro apresentando um esboço do cronograma de atividades para os anos de 2020 e 2021. Assim, foi possível traçar o papel do

estudante dentro da pesquisa, deixando claro seus direitos e deveres em todas as etapas. Em função da Pandemia, este cronograma foi alterado algumas vezes, porém sempre com aviso prévio aos envolvidos. Neste momento, também foi apresentada a necessidade de assinatura dos termos descritos no item “3.2 - Procedimentos Éticos”.

Foi notória a empolgação com a temática por parte de toda a equipe em desenvolver as atividades, principalmente por naquele momento, ainda se acredita que seria possível realizar todas as dinâmicas de forma presencial. A impressão 3D se mostrou fator determinante de motivação, pois a maioria dos integrantes não tinha contato com o equipamento e não tinha visto modelos concretos de biologia construídos por meio dessa técnica.

4.2 CONHECENDO OS SUBSUNÇORES

Este terceiro momento corresponde ao segundo passo previsto na UEPS. Condiz com a estruturação de uma ou mais situações que fomentam a externalização do conhecimento prévio do estudante em relação à temática escolhida. Neste caso, optamos pelo uso de questionários, tanto na avaliação inicial quanto na final, podendo delimitar de forma mais precisa as respostas. Ainda, acreditamos que seria mais cômodo que a própria pesquisadora realizasse as perguntas, em uma videochamada, apenas com o estudante. Assim, evitaríamos problemas com a visualização do questionário e isso poderia auxiliar o estudante na questão da sua timidez, por não ter nenhum professor da área da biologia observando suas respostas.

Foi necessário criar uma boa atmosfera de entrevista, deixando o estudante confortável para responder às questões. Como já tínhamos percebido que o estudante atribuía respostas muito curtas nas entrevistas anteriores, tomamos o cuidado de criar esse ambiente em um momento delicado de “avaliação”. Foi possível observar uma certa resistência, ou timidez, no momento de atribuição das respostas, o que já era previsto.

Por isso, em alguns diálogos foi necessário que a pesquisadora insistisse no questionamento, assim, mesmo que o estudante respondesse errado, poderia estimular um resgate de algum conceito, mesmo que de forma incompleta. Para conseguir essa interação, não estipulamos tempo máximo para as respostas, dando liberdade ao estudante para pensar com tranquilidade. Além disso, não se realizou nenhuma atividade relacionada ao tema e não se encorajou o uso de nenhum material

de consulta pelo estudante, de forma a não interferir na captação do real conhecimento prévio do mesmo.

Para análise das respostas, realizaram-se encontros para avaliar o diálogo com o estudante, segundo o que preconiza Vinholi Júnior (2011), com a classificação dos subsunçores em: Inexistentes (ausência de subsunçores ou de respostas completas para análise); Parcialmente Adequados (possui algum conhecimento, porém precisa ser reforçado/reestruturado) e Adequados (presença de subsunçores satisfatórios para realizar a ancoragem da nova informação). Esta classificação auxilia na construção das atividades futuras, com base nos possíveis *déficits* de aprendizagem apresentados, bem como no panorama final de avaliação da evolução conceitual.

Além dos três tipos de subsunçores apontados na classificação do autor, também são indicados ao lado das nomenclaturas, uma possível transição. Acredita-se que apesar de alguns conceitos terem sido insuficientes para alcançar uma classificação melhor, é possível que o estudante só não conseguisse se expressar adequadamente, poderia ter problemas com nomenclaturas ou, até mesmo, desistisse de tentar responder. Assim, se poderia dar uma atenção nessas questões durante as intervenções, conferindo se o fator timidez/introspecção não havia interferido nas respostas anteriormente.

Para uma melhor visualização de todo o diálogo estabelecido com o estudante foi utilizada a letra “P” para identificar as intervenções da pesquisadora e “E” para as do estudante. Esse diálogo foi analisado e a respectiva classificação dos subsunçores consta abaixo de cada questão, podendo ser observadas no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 – Resultados e análise dos subsunçores do estudante no Questionário 1.

Pergunta do Questionário 1	Diálogo com o Estudante
a) Existe na Biologia uma discussão sobre o que é e o que não é um ser vivo. Na sua compreensão, o que determina que um ser seja considerado vivo? Por quê?	E: “Ah... você tá falando tipo daquela discussão que tem lá que fala que o vírus não é um ser vivo e não sei o que lá... porque ele não tem nenhuma célula...essas coisas assim?” P: “É. Pode responder aquilo que você acha que está certo”. E: “Ah... pra mim, ser vivo é todo ser que respira, anda e fala, mas tipo tem algum raciocínio no caso... mas aí ia abranger muita coisa...Aí tipo, eles tentara diminuir pra seres que tem mais de uma célula, mas aí também tem... é sei lá... Não sei na onde tô tentando chegar”. P: “Pode continuar, ou se quiser passamos para a próxima”. E: “Não sei... pra mim o que que é um ser vivo...acho que ... ser vivo pra mim acho que é os seres que tem

	<i>algum raciocínio...e tem uns que não tem, mas...Ah sei lá”.</i>
Classificação* do Subsunçor: Inexistente	
b) Nós estamos passando por uma Pandemia causada pelo vírus da COVID-19. Em sua compreensão, esse vírus é um ser vivo ou não? Por quê?	E: “Hmm... Ih agora eu não sei. Porque tipo assim, tem cientistas que defendem que vírus não é um ser vivo e tem cientistas que defendem que vírus é um ser vivo.... Então, sei lá, não sei de que lado que eu tô. Ah... acho que... é sim um ser vivo..”. P: “Porquê?” E: “Ah, porque tipo ele não tem, pra mim pelo menos ele não tem o raciocínio lógico, mas ele tá ali tipo presente, ele consegue andar, ele consegue afetar tipo a natureza e as coisas assim, em volta dele... então é um ser vivo!” P: “Mais alguma coisa ou eu passo?” E: “Acho que é só isso”.
Classificação do Subsunçor: Inexistente	
c) Existem seres vivos que, ao tocar, se percebe o quanto são grandes (cachorros, gatos, pássaros), outros que passam despercebidos (pernilongos, formigas) e os que só se consegue perceber com o auxílio de um microscópio, como as bactérias. Há alguma diferença na classificação sobre a quantidade de células para os seres vivos citados, com tamanhos tão diferentes? Explique.	E: “Sim, tem unicelulares e multicelulares, alguma coisa assim. Eu só não lembro direito, mas eu sei que tem sim... daí já pode passar já”.
Classificação do Subsunçor: Inexistente *Transição para parcialmente adequado	
d) Pneumonia e a Malária são doenças presentes em bolsões de pobreza no Brasil. A primeira é provocada por uma bactéria e a outra por um protozoário. São dois seres vivos unicelulares, mas que possuem várias diferenças entre suas células. Você sabe qual seria a principal diferença entre as células de uma bactéria e de um protozoário? Explique.	... P: “Se precisar eu repito, leve o tempo que precisar”. ... E: “Essa eu não sei muito bem, mas se eu não me engano o protozoário ele tem tipo uma “caudinha” de movimento...que ele anda, que ele consegue andar com ela. É alguma coisa assim... Que eu não lembro direito. Mas acho que é isso mesmo.... Não lembro muito bem. Acho que pode passar para a próxima”.
Classificação do Subsunçor: Inexistente	
e) Quando você imagina uma célula, quais são as partes dessa que surgem em sua memória? Cite-as.	E: “Ah... eu lembro da parede celular, o RNA e o DNA. É o que eu mais lembro assim... E.... tem aquela outra bolinha de dentro que eu não lembro o nome mais...é mais isso”. P: “Se quiser pensar eu espero”. E: “Pode passar para a próxima”.
Classificação do Subsunçor: Inexistente *Transição para parcialmente adequado	
	E: “Ah... eu acho que as células, elas permitem trocas. Tipo, quando você coloca alguma coisa no meio externo, ela afeta o meio interno. Tipo, numa batata quando você coloca ela na água ela incha e

f) A célula é um compartimento fechado ou essa estabelece trocas entre seu conteúdo interno e externo? Há alguma parte ou estrutura envolvida neste processo? Comente o que você conhece sobre isso.	<i>quando você coloca ela... é ... com água e sal ela dá tipo uma murçada, ela perde líquido. Então, tipo... elas afetam o meio externo e o meio interno, afeta um o outro".</i> P: "Tá... e você sabe se existe alguma parte ou estrutura envolvida nesse processo?" E: "Hmm.... Então, é a parede celular que deixa algumas coisas passarem e outras não. E....também tem aquele outro negócio lá que é tipo quando aqui tem bastante ... eu não lembro o nome do negócio... tipo bastante sais, vamos supor... e aqui não tem nada, daí o que não tem nada vai vir pro que tem bastante. É alguma coisa assim, não lembro... sei lá. Acho que vamos passar para a outra"
Classificação do Subsunçor: Parcialmente adequado * Transição para adequado	
g) Toda célula tem um citoplasma. O que existe dentro desse citoplasma?	E: "Essa eu não lembro não..". P: "Quer pensar mais um pouco? Pode pensar!" E: "Citoplasma não é onde fica o DNA e o RNA?" P: "É?" E: "Acho que é isso mesmo! Pode passar para a próxima".
Classificação do Subsunçor: Inexistente *Transição para parcialmente adequado	
h) Baseado na pergunta anterior, caso você conheça alguma(s) estrutura(s) que existe(m) dentro da célula, cite o(s) nome(s) e a(s) função(ões) das estruturas que você conhece.	E: "Ah... é.... RNA e DNA...se eu não me engano elas são responsáveis por a organização celular, alguma coisa assim. Esse aí eu não lembro muito bem assim". ... E: "Se eu não me engano eles são... um ele tipo... faz células iguais e o outro... ah sei lá... Tá, acho que pode passar para a próxima".
Classificação do Subsunçor: Inexistente *Transição para parcialmente adequado	
i) Existe uma diversidade enorme de seres vivos no planeta Terra. São diferentes na forma de locomoção, reprodução, alimentação, entre outros. Uma das diferenças mais visíveis é entre nós, humanos, e as plantas. Sob o ponto de vista da Biologia celular, quais são as diferenças entre as células dos humanos e das plantas? Explique.	E: "Se eu não me engano, a gente tem parede celular e elas tem... não, pera aí... pera aí, celular acho que é as plantas, né? Que tem... sei lá. Ih... eu tô bem confuso nessa. Eu não lembro muito bem a diferença, mas eu sei que tem alguma coisa haver que tem o bile lá da planta". P: "Pode pensar com calma... Quer que eu repita a pergunta?" E: "Ah, acho que não precisa não, pera aí que tô pensando". ... E: "...acho que a diferença mesmo é a parede celular e a bile mesmo. Aí só isso mesmo. Aí pode passar para a próxima"
Classificação do Subsunçor: Inexistente *Transição para parcialmente adequado	

j) O que você conhece sobre o material genético de uma célula? Como esse é denominado e onde esse se encontra armazenado no interior dessa?	... E: <i>"Da pra repetir a pergunta?"</i> - Pergunta feita novamente. ... E: <i>"Hmm... ish... essa é meio sei lá... Ela quer saber do material genético e onde ele se encontra?"</i> - Explica a pergunta novamente, com detalhes. E: <i>"Vish... essa aí eu não lembro. Pode passar para a próxima".</i>
Classificação do Subsunçor: Inexistente	
k) Você conhece algumas células diferentes que compõem seu corpo? Em caso positivo, cite-as.	... E: <i>"É alguma célula diferente?"</i> - Explica a pergunta novamente, com detalhes. E: <i>"Acho que não.... Sei não.... Essa não.... Pode passar".</i> P: <i>"Essa é a última, se você quiser pensar. Alguma célula que faz parte do seu corpo".</i> ... E: <i>"Ah... eu não me lembro muito bem... eu só lembrei das eucariontes e procariontes, alguma coisa assim".</i> P: <i>"E você sabe alguma coisa sobre elas?"</i> E: <i>"É.... Não"</i>
Classificação do Subsunçor: Inexistente	

* baseado em Vinholi Junior (2011).

Fonte: Elaboração da autora (2021).

É possível observar a predominância de inexistência de subsunçores, já que de onze questões foram identificadas que referente a cinco dessas, o estudante não apresenta subsunçores, ou seja, são inexistentes. Ainda, outras cinco respostas foram classificadas como subsunçor inexistente, apesar de existir um indicativo de transição para uma classificação de subsunçor parcialmente adequado.

Por fim, houve apenas uma temática em que o estudante possui um subsunçor parcialmente adequado, com indícios de uma transição para adequado, inclusive, é importante notar a falta de um subsunçor totalmente adequado dentro de uma temática básica como é a abordada na Biologia celular neste questionário. Assim, se enfatiza a existência de apenas uma questão, a de letra "h", em que o estudante, depois de alguma insistência, apresentou indícios de um conceito em vias de receber uma classificação adequada de seu subsunçor. Na sequência serão apresentadas as análises realizadas para cada questão.

Na primeira(a), o estudante não ligou o conceito de ser vivo com o de célula, não tendo ainda o entendimento da relação tão intrínseca que existe entre a célula e

a vida. Já na questão do conceito de vírus, não soube diferenciar de um ser vivo. Apesar de saber que existe o vírus, não conseguiu mostrar diferenças e/ou características sobre esse. Neste caso, a ideia que se quer introduzir é que a grande diferença do ser vivo para a matéria bruta é a existência de células. Então, claramente o estudante não possuía esse entendimento. Assim, o subsunçor para fazer a ancoragem a nova ideia está ausente.

Pode-se observar, também, que a passagem: *“Aí tipo, eles tentaram diminuir pra seres que tem mais de uma célula”* demonstra que o estudante também não possui o conceito de ser vivo unicelular, o que faz deduzir que a composição de organismo, em apenas uma célula não remete, a ele, um ser vivo. Ainda, é possível que o estudante tenha o conceito equivocado de que o vírus é um organismo celular.

Nesse sentido, nas próximas atividades foi necessário trabalhar este conceito de forma bastante abrangente para contextualizar o que é ou não um ser vivo, bem como a diferença desses para um vírus. Em resumo, foi preciso mostrar ao estudante que o vírus não é uma célula, pois esse pode apresentar esse conceito errôneo como subsunçor. Aparentemente pode, também, estar ligando o ser vivo apenas à questão do raciocínio, como mostra a seguinte parte do diálogo: *“ser vivo pra mim acho que é os seres que tem algum raciocínio”*.

Na questão “b”, sobre os vírus, aproveita-se para incluir uma ligação com a Pandemia da COVID-19, justamente para auxiliar o estudante com um contexto cotidiano que pudesse contribuir no resgate do conceito. É interessante argumentar sua própria confusão com o vírus ser ou não um ser vivo, pois mesmo dentro da literatura existem diferentes opiniões. Ele trouxe, mais uma vez, a ligação de ser vivo à necessidade de raciocínio, fator que o contradiz quando diz acreditar que o vírus é um ser vivo, pois não acredita que este possua raciocínio lógico.

Outra questão interessante é a associação de um ser vivo com a locomoção, que pode justificar ter escolhido o “lado” dos que acreditam que vírus é um ser vivo. Essa é uma ideia fundamental a ser trabalhada durante as atividades, pois existem seres vivos que não se locomovem e o estudante não possui esse conhecimento ou não soube expressar. Assim, o subsunçor é inexistente e merece atenção.

Passando para a classificação acerca da quantidade de células se tem uma resposta sem muito aprofundamento. Ele lembra que existem classificações, mas não adentra muito nos conceitos. Por ter esse contexto presente, acredita-se ser uma transição de subsunçor “inexistente” para “parcialmente adequado”. Talvez, se tivesse

reforçado um pouco mais os conceitos de “unicelular” e “multicelular”, ele pudesse ter completado mais a questão. Porém, como o estudante quis passar para a próxima questão, categoriza-se o subsunçor como inexistente, com transição para o parcialmente adequado, em função da resposta ser muito incipiente.

Sobre as diferenças entre bactérias e protozoários, na questão “d”, acredita-se que o termo “caudinha” se remeta ao “flagelo da célula”, especialmente, em função da existência dessa estrutura nas imagens da *Escherichia coli*, uma das principais bactérias que aparecem nos livros didáticos e na internet como um todo. Contudo, estaria errado de qualquer forma, já que o protozoário da Malária não possui essa estrutura. Aparentemente, ele está ligando a classificação de protozoário e bactéria com a capacidade ou não de locomoção, o que está incorreto, uma vez que as bactérias se locomovem com o flagelo e os protozoários, em sua maioria também se locomovem, mas além dos flagelos, também por meio de cílios (como no caso dos paramécios) ou de pseudópodes ou “falsos pés” (como no caso das amebas). Considerando que neste momento o esperado era a externalização da classificação de células procariontes e eucariontes, julga-se o subsunçor inexistente.

Na sequência, busca-se entender as partes de uma célula que o estudante conhecia. Acredita-se que a “bolinha” se refira ao núcleo, porém considerando que o estudante nunca conseguiu utilizar um microscópio, em sala, e possui dificuldade para identificação das formas em desenhos “2D”, sendo provável que a estrutura que ele lembre nem mesmo seja necessariamente uma “bolinha”.

Além disso, julga-se o subsunçor como inexistente, por não haver uma composição da célula bem estruturada. O esperado seria que ele indicasse as três partes principais: membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Porém, considerando que no enunciado da questão utiliza-se o termo “parte da célula”, o que pode ser considerado razoavelmente subjetivo, se pensar que a “bolinha” realmente seja o núcleo, ele está em um caminho correto, por isso a indicação de transição para uma classificação de parcialmente adequado.

A questão “f” foi a que mais surpreendeu, inclusive, é a única questão que recebeu uma classificação de subsunçor parcialmente adequado, com indicação de transição para subsunçor adequado. Aqui, o estudante responde em um primeiro momento, com rapidez, e até explica um contexto para justificar a sua resposta. Quando a pesquisadora solicita que ele pense na estrutura celular, que está presente nesse processo, o estudante responde “parede celular”, ou seja, ele está confundindo

“parede celular” com “membrana plasmática”. Da mesma maneira como aconteceu na questão anterior e o que corrobora com a indicação de que o subsunçor não está totalmente ausente.

Um fator interessante é a indicação da permeabilidade seletiva da membrana plasmática, porém de uma forma mais trivial. Então, a classificação é parcial por não apresentar uma clareza das nomenclaturas, mas ele apresenta clareza do processo. Nada do que ele respondeu está completamente errado. São conceitos gerais/superficiais, porém subjetivos, apresentando coerência nas ideias.

Em contrapartida, na questão seguinte, que trata do conceito de citoplasma, não houve uma resposta satisfatória. Até este momento, pode-se considerar o citoplasma como a estrutura em que o estudante possui maior dificuldade. O fato de indagar *“Citoplasma não é onde fica o DNA e o RNA?”* faria sentido se o estudante estivesse pensando em uma célula procarionte. Considerando que a célula mais comum de ser trabalhada é a eucarionte, mas não estando totalmente errado o conceito que apresentou, considera-se o subsunçor inexistente com uma transição para a classificação parcialmente adequado.

A questão “h” traz a necessidade de um conhecimento amplo, já que foram solicitadas as funções das estruturas que ficam dentro do citoplasma. O fato de o estudante já não possuir o conceito de citoplasma com propriedade, há dificuldades na estruturação dessa resposta. É notável que o estudante memorizou, principalmente, a questão do material genético (DNA e RNA), pois cita constantemente nas respostas. Acredita-se que ele não saiba que esta resposta supõe o processo de mitose, através do DNA e RNA, porém o fato de abordar esse conceito foi inesperado para a pergunta. De qualquer forma, não faz parte da resposta pretendida, que seria a indicação das organelas (mitocôndrias, ribossomos, vacúolos, etc.). Assim, até foi indicada uma transição para o “parcialmente adequado”, mas acredita-se estar mais em uma classificação mais próxima de subsunçor inexistente.

Na questão “i” se constata a confusão do estudante com o conceito de parede celular. Ele troca este conceito com o de membrana plasmática. Apesar disso, parece que vai corrigir no meio da fala, mas não lembra direito. Realmente, a parede celular é um ponto-chave para a resposta, apesar de estar presente na célula vegetal e não na célula animal.

Quanto ao termo “bile” da planta, acredita-se estar relacionada à clorofila, presente no cloroplasto, sendo outra característica que difere os dois tipos de célula.

Chega-se nessa hipótese tendo a referência de que a cor verde pode trazer para as duas estruturas, pois não se encontra essa comparação em nenhuma pesquisa, considerando que “bile” é uma característica animal. Apesar de o estudante possuir baixa visão, a cor verde é primária, característica que ele deixou claro na entrevista realizada no momento 1, de que seria mais fácil de distinguir. Por esse motivo se considera um subsunçor inexistente, com transição para o parcialmente adequado.

Por fim, chega-se em uma questão que aborda o conceito de material genético. Apesar de o estudante sempre citar o DNA e o RNA, parece não ter o entendimento de que estes representam o material genético da célula, pois não conseguiu responder nada de forma concreta. Nesta questão, o subsunçor é totalmente inexistente. Por fim, na última questão, de letra “k”, indaga-se se o estudante conhecia alguma célula diferente que compõe o corpo humano. Relutou bastante em responder a essa pergunta e, ao final, se recordou de um conceito que o ajudaria a responder questões anteriores, mas que não têm ligação com esta. Assim, o subsunçor, mais uma vez, é totalmente inexistente.

Ao final da entrevista, foi dado um tempo adicional para o estudante tentar pensar em alguma resposta ou complementação de algum conceito, porém ele não conseguiu acrescentar nenhuma ideia nova. Acreditava-se que ao final, o estudante conseguiria aproveitar algumas questões para complementar as anteriores, por isso mesmo foi indicado que as respostas deveriam ser feitas na ordem que o questionário foi construído e que só se poderia retornar ao final. Mesmo assim, o estudante não conseguiu utilizar nenhuma informação dos enunciados para resgatar conceitos adicionais.

Com essa análise se determina que seria necessária a realização de um minicurso de Biologia celular, em um contexto bem geral e básico (para ser compatível com o conhecimento do estudante e o tempo hábil para concretização da pesquisa), pois a clara inexistência da maioria dos subsunçores necessários para a sequência de atividades poderia prejudicar o andamento do processo.

Assim, foram utilizadas as análises como base na construção do minicurso de modo a enfatizar os temas que estavam mais defasados, contribuindo com o resgate dos organizadores prévios, previstos na UEPS e que serão abordados na seção seguinte.

4.3 OS MINICURSOS: “O MUNDO” DA BIOLOGIA CELULAR E DA IMPRESSÃO 3D

Nesta seção são trazidos os dois minicursos realizados com o estudante junto à equipe do projeto. Primeiramente, foi realizado o minicurso de Biologia celular, cuja intenção era a de realizar o minicurso de impressão 3D no final de semana seguinte. Porém, o município de Campo Grande/MS sofreu um *lockdown*¹² de 15 dias e em decorrência da logística necessária para realização do encontro presencial, só foi possível viabilizar o minicurso de Impressão 3D no mês seguinte. Apesar disso, não houve qualquer prejuízo para a continuidade das atividades, além deste atraso.

4.3.1 Minicurso de Biologia celular

Este quarto momento foi dividido em dois encontros, ambos feitos a distância via plataforma *Google Meet*. Considerando que após a análise dos conhecimentos prévios foi constatada a necessidade de um minicurso em caráter mais geral, perante a carência de subsunçores, acredita-se que apenas um encontro não seria suficiente para abordar todo o conteúdo pretendido. Ao decidir realizar dois encontros, esses poderiam ser feitos em dois períodos do mesmo dia, porém ficaria muito desgastante e cansativo. Realizar os encontros em dias diferentes, com um intervalo muito grande, também prejudicaria a sequência da aula. Assim, optou-se por realizar cada encontro em um período do dia, em dois dias consecutivos.

Além de utilizar a análise dos resultados do Questionário 1 como base para a construção do material do minicurso, se tomou o cuidado de adequar os *slides* às demandas estipuladas pelo estudante na entrevista realizada no início da UEPS, utilizando fontes grandes, contrastes com fundo branco e buscando imagens com a melhor resolução e esquemas de cores possível. Sobre o conteúdo abordado nos dois dias de minicurso, pode-se visualizar como foi feita sua divisão, conforme consta no quadro abaixo.

¹² O *lockdown* é uma medida restritiva obrigatória que impede a circulação em lugares públicos, liberando apenas as atividades que são consideradas essenciais. Muitos países adotaram essa estratégia com o objetivo de desacelerar a propagação do Coronavírus, visto que as medidas de quarentena e isolamento social não foram suficientes para controlar a infecção (FRANCO, 2021).

Quadro 6 – Conteúdos das aulas do minicurso de Biologia Celular

1º encontro – 20/03/2021	2º encontro – 21/03/2021
➤ Unidade da Vida: “descoberta” da célula, história e definições ➤ Teoria Celular ➤ Citologia (Introdução) ➤ Estrutura básica da célula: núcleo, citoplasma e membrana plasmática ➤ Organelas Celulares (Introdução) ➤ Classificação Procarionte/Eucarionte ➤ Classificação Animal/Vegetal ➤ Vírus é um ser vivo? ➤ Fronteiras das células: membrana plasmática e parede celular	➤ Citoplasma ➤ Organelas do Citoplasma: ● Núcleo ● Ribossomos ● Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso ● Complexo Golgiense ● Lisossomos ● Mitocôndrias ● Centríolos ● Vacúolos ● Plastos

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Ao longo da explicação foi feita a demonstração de imagens, de vídeos e exemplos das estruturas. Aproveitou-se para questionar o estudante ao longo das explicações para tentar uma possível interação. Mesmo interagindo pouco na aula, ao ser questionado se todas as células são iguais, apenas soube dizer que “não”. Então, perguntou-se o que as células têm de diferente. O estudante argumentou “...ah, eu lembro que tem mais ou menos, se não me engano, são duas. Tem a de árvore e tem a de animais que são diferentes”.

Continuou-se o questionamento sobre a existência de outra característica de diferenciação entre essas. Nesse ponto, se esperava trazer a diferenciação de células procariontes e eucariontes, já que se trata de uma classificação bem básica e importante para entender a organização celular. Porém, o estudante respondeu: “É a membrana celular?”, não atendendo às expectativas. Sendo assim, foi dada sequência na explicação da classificação de células procariontes e eucariontes.

Ao adentrar ao tema “vírus”, se perguntou se este é uma célula e onde esse estaria classificado. O estudante não foi capaz de responder corretamente e manteve sua dúvida sobre como se posicionar no assunto, da mesma forma de quando respondeu o questionário pela primeira vez. Após uma explicação detalhada do assunto, deu-se sequência aos conteúdos.

No último assunto tratado, no primeiro dia, falando sobre o envoltório das células, o estudante foi capaz de explicar sobre a permeabilidade seletiva, porém sem identificar as nomenclaturas, corroborando com o que já tinha sido analisado anteriormente no questionário inicial. O estudante escolheu uma forma simples para

explicar esse conceito: *“esse aí não é aquele da batata, que quando a gente coloca água com sal ela perde líquido ou quando a gente coloca água ela ganha líquido?”*.

Ainda sobre esse tema final, ao ver a imagem de uma célula vegetal indicando a parede celular, perguntou se a célula é “quadrada” mesmo ou se seria apenas uma representação do desenho. Explicou-se, então, sobre a morfologia da parede celular, que faz com que a célula vegetal tenha um formato mais regular, se comparada à célula animal. Assim, o estudante finalizou com o seguinte entendimento: *“ela tem a aparência de ser mais rígida, né?”*.

No segundo dia, a explicação foi toda voltada ao citoplasma, especialmente, às organelas. Apresentou-se uma por uma, indicando suas características e funções, bem como uma representação dessa estrutura aumentada. Ao final da explicação, se retomou o conteúdo sobre vírus, pois foi notória a dúvida do porquê o vírus não pode ser considerado um ser vivo. Aproveitou-se, também, para tratar da questão da diferença de opinião entre pesquisadores sobre ser ou não um ser vivo (argumento levantado pelo próprio estudante na resposta do questionário inicial), mostrando argumentos a favor e contra e nos posicionando sobre.

Foi feita, também, uma revisão das organelas celulares, mostrando os pontos-chaves de cada estrutura, com foco na relação entre o Complexo Golgiense e os Retículos Endoplasmáticos. Foram apontadas as estruturas responsáveis pela desintoxicação, secreção e digestão celular, acrescentando o conceito de Peroxissomo, que não havia sido abordado anteriormente.

Ao final, foram apresentados os dados parciais de uma tese de doutorado que envolveu modelos concretos sobre as organelas, por estudantes com diversos tipos de materiais (não utilizaram impressão 3D). Foi fundamental para trabalhar a organização da célula voltada para a sua estruturação. Foi mostrada a imagem de uma célula eucarionte, que estava com equívocos em sua composição, o que serviu para despertar o interesse na criação dos materiais e mostrar que é importante conhecer os locais nos quais as organelas devem estar posicionadas e como essas se apresentam dentro na célula, como por exemplo: existem diversos ribossomos espalhados pela célula e não apenas um como tratado nas imagens da aula, o que também vale para as mitocôndrias; o centríolo não pode estar longe do núcleo, pois é responsável pela divisão celular, entre outros.

Finalizou-se o encontro dando uma breve explicação sobre como seriam as próximas etapas da UEPS. Neste momento, o estudante solicitou os *slides* e vídeos

que foram utilizados no minicurso para que ele pudesse assistir novamente, com calma, possibilitando dar *zoom* e pausar para observar as imagens de forma mais satisfatória.

4.3.2 Conhecendo o mundo da impressão 3D

Essa etapa foi fundamental para que toda equipe pudesse compreender como funciona o processo de impressão 3D. Apesar de não fazer parte dos passos da UEPS, acredita-se que oportunizar esse conhecimento de uma ferramenta inovadora para um estudante com deficiência visual poderia quebrar barreiras e ajudá-lo no ingresso e no desenvolvimento no mundo do trabalho, já que esse tipo de impressão está em plena ascensão e o estudante possui intenção de cursar Engenharia Mecânica.

No início, a intenção era de realizar dois encontros para tratar, presencialmente, da impressão 3D. Assim, o estudante poderia acompanhar a impressão de todos os modelos concretos. Porém, em função do contexto pandêmico foi necessário reduzir para um encontro presencial e solicitar que o estudante realizasse um curso sobre o assunto na modalidade EAD. Esse curso tratou da parte teórica da impressão 3D, contemplando desde a história do surgimento desta ferramenta até os tipos de impressoras e *softwares* utilizados no processo. Foi possível completar o curso alguns dias antes da data prevista para a realização do curso prático presencial, o que possibilitou que o estudante levasse as dúvidas para que o professor do curso presencial sobre impressão 3D pudesse responder.

Então, no dia 15 de abril de 2021, foi realizado o minicurso, cujo foco foi tratar a parte prática da impressão, bem como os diferentes componentes e impressoras disponíveis. Com o auxílio de um servidor do setor de audiovisual do *Campus* Campo Grande do IFMS, conseguiu-se realizar a gravação da explicação do professor para disponibilizar por meio do guia virtual. A interação durante o minicurso pode ser conferida nas fotos a seguir:

Figura 1 – Explicação do processo de impressão



Fonte: Acervo da pesquisadora

Figura 2 – Tipos de impressora 3D e estruturas



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para otimizar o tempo durante o minicurso, algumas peças já estavam em processo de impressão. Assim, foram preparadas duas impressoras em estágios diferentes para que o estudante pudesse identificar melhor a dinâmica e a estrutura das peças. Disponibilizou-se, também, peças com a impressão finalizada e com diferentes tipos de acabamento, como é o caso do centríolo apresentado abaixo na Figura 3. Além da impressora 3D, a pesquisadora adquiriu uma caneta 3D para realizar pequenos acabamentos e texturas. Assim, se aproveitou para explicar ao estudante o funcionamento dessa ferramenta (Figura 4).

Figura 3 – Pesquisadora com centríolo 3D



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 4 – Conhecendo a caneta 3D



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Neste momento, já se aproveitou para realizar uma pequena introdução no assunto sobre a Biologia celular, pois algumas peças como o Centríolo, Cloroplasto, Vacúolos e Retículos já estavam impressas. Essa dinâmica aumentou o interesse do estudante pelo assunto. Foi feita, também, uma abordagem sobre a forma de adaptação e finalização das peças impressas, já que esta etapa já estava prevista nas atividades futuras e o estudante poderia ter uma ideia do resultado de cada técnica, escolhendo a que mais o agradasse.

Além disso, a equipe teve uma oportunidade única de conhecer uma impressora 3D com a maior área de impressão existente no Brasil, que possibilita construir peças de 1,5m x 1,5m x 1,5m. Após toda a parte de explicação e tira dúvidas, se fez um registro da equipe do curso em frente à impressora, denominada de “Daileon”, que pode ser vista a seguir:

Figura 5 – Membros da equipe do curso



Fonte: Acervo da pesquisadora.

O *feedback* de toda a equipe foi bastante positivo. Mesmo os professores presentes tiraram proveito das explicações e identificaram possibilidades na construção de materiais que não conheciam. O fato deste minicurso ter sido gravado, inclusive, com transmissão para um professor do *Campus* Coxim do IFMS, auxilia na difusão do uso da 3D na criação de materiais didáticos, inclusivos ou não. Todo o planejamento do minicurso foi realizado segundo as normas de biossegurança e todo o cuidado necessário foi tomado por parte da equipe.

4.4 SITUAÇÕES-PROBLEMA E SUAS DINÂMICAS

Esta seção se dedica à apresentação das atividades que compõem a proposição de situações-problema ao estudante. Aqui, foram estruturados todos os momentos em um contexto crescente de complexidade, pautados principalmente no primeiro princípio basilar da UEPS – o conhecimento prévio. Após se entender o nível de conhecimento prévio do estudante e fomentar o resgate de organizadores prévios, por meio do minicurso de Biologia celular, passa-se para momentos voltados ao protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem.

Foram construídas atividades pautadas na TASC e no que preconiza a própria UEPS, levando em consideração os princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica, bem como os princípios basilares e transversais da UEPS. Lembra-se que o esperado não é uma comprovação de uma evolução completa dos conceitos, como um comportamento final. A indicação de evidências de Aprendizagem

Significativa Crítica já valida o sucesso da aplicação desta Sequência Didática, pois este tipo de conhecimento é progressivo.

4.4.1 A célula

Como estipulado na própria UEPS, em seu terceiro passo, é necessário que o conteúdo seja abordado por meio de uma situação-problema introdutória. Essa dinâmica precisa ser realizada de forma mais simples e levar em consideração o conhecimento prévio do estudante. O foco neste momento não é o repasse de conceitos sobre o tema, mas proporcionar um momento para o estudante pensar no assunto, de forma problemática, elaborando mentalmente a sua solução.

Assim, como identificado que os conhecimentos prévios do estudante são incipientes, optou-se por trazer um conceito bem geral para que o estudante pudesse refletir. Trata-se do conceito de Célula, por ser a unidade básica da vida. Desse conceito, consegue-se introduzir diversos conceitos estipulados nas próximas atividades, construindo uma linha de raciocínio mais coerente para o estudante.

Buscando uma diversidade de materiais e formas de interação com o estudante, pensou-se em uma dinâmica diferente, para que a intervenção não ficasse restrita apenas aos questionários, a fim de permitir que o estudante tenha uma margem maior de diálogo. A dinâmica consistia em listar as dez primeiras palavras que remetiam o estudante à palavra Célula. Explicou-se que o importante era que ele dissesse as palavras, de forma sequencial, conforme viessem a sua mente. Mais uma vez, foi criada uma boa atmosfera de entrevista para o estudante se sentir confortável.

A intenção foi observar como o estudante entende o conceito de célula e de que forma o relaciona a outros conceitos. Para analisar, também, como funciona a contextualização desses conceitos, solicita-se no final que ele explicasse a escolha das palavras. Os termos, em sua sequência, junto à explicação do porquê da escolha, podem ser observados abaixo:

Quadro 7 – Relação das palavras que remetem a célula, na ordem escolhida e sua respectiva explicação

Ordem/Palavra Escolhida	Explicação da Escolha
1ª Unidade	P: “Então, assim, por que você lembrou da palavra unidade? Quando fala célula, por que você lembra de unidade?” E: “Ah é por causa do nome “célula” que tipo tem a tradução aqui com a única... é alguma coisa com único... de primeiro. Eu não lembro direito. “

2ª Organização	<i>P: “E organização, porque que você lembra de organização?”</i> <i>E: “Ah porque precisa de uma organização pra fazer tecidos..”.</i>
3ª Membrana Plasmática	<i>P: “Quando você fala membrana plasmática, você consegue pensar em uma função? Qual função que ela tem na célula?”</i> <i>E: “Lembro muito bem não”.</i> <i>P: “Então, assim, nem da membrana celular... membrana plasmática, membrana celular ..”.</i> <i>E: “A membrana celular é a que tem nas ...na célula... pera aí... é vegetal. “</i>
4ª Membrana Celular	<i>P: “Uhum... então na verdade seria a parede celular. É que na verdade assim, a membrana plasmática e a outra palavra seria a parede celular da célula vegetal. E aí você consegue lembrar a função que a parede celular tem na célula vegetal?”</i> <i>E: “É proteger a célula. “</i>
5ª Corpo Humano	<i>P: “E quando você fala assim corpo humano, porque que você lembra de corpo humano quando fala de célula?”</i> <i>E: “Ah, é que é praticamente tudo feito de célula. “</i>
6ª Núcleo	<i>P: “E aí em seguida você já falou núcleo, né? Por que que você acha que lembrou do núcleo?”</i> <i>E: “Ah, é que o núcleo tem o DNA e o RNA e aí tipo... sei lá, são tipo as formações do corpo humano é tudo feito tipo mais ou menos por causa do núcleo”.</i> <i>P: “Você consegue assim lembrar talvez de alguma diferença, alguma característica, alguma peculiaridade... assim do núcleo especificamente. Ou ele é igual ao restante da célula?”</i> <i>E: “Não, eu sei que eles têm diferença. Se eu não me engano ele é tipo ... ele guarda lá dentro o DNA e o RNA ... e ... não lembro se ele faz mais alguma coisa. “</i>
7ª DNA e RNA	<i>P: “Por que você acha que você lembra de DNA e RNA quando fala de célula? E o que tem assim nas palavras que te lembram célula..”.</i> <i>E: “Sei lá... foi por causa que tipo, eu falei o núcleo daí eu lembrei do DNA e RNA”.</i> <i>P: “É assim, o que que ele faz na célula que te ajuda a lembrar assim, que te faz você lembrar deles quando fala de célula”.</i> <i>E: “Hm....por causa das organizações e tipo tem quando lá precisa do DNA e o RNA pra fazer mais células. Eu não lembro direito mais...”</i>
8ª Lisossomos	<i>P: “E o lisossomos? Por que você lembrou dos lisossomos?”</i> <i>E: “Ah., foi na hora que eu comecei a falar lá do que tava dentro da célula. Tipo eu falei da membrana plasmática, membrana celular e aí fui falando.... Aí eu lembrei do lisossomos”.</i> <i>P: “Então ele fica dentro da célula. E você consegue lembrar o que ele faz?”</i> <i>E: “Ah eu lembro que ele faz parte tipo do sistema digestivo da célula entre aspas, mas eu não lembro muita coisa. “</i>
9ª Ribossomos	<i>P: “E o ribossomos né, a palavra é parecida “lisossomos/ribossomos”, mas são estruturas diferentes, né? Sabe me dizer assim qual seria a função dos ribossomos? Ou eles são iguais? Tem a mesma função e a palavra é parecida e faz a mesma coisa ou tem alguma diferença entre eles?”</i> <i>E: “Não. São diferentes. Eu só não lembro muito bem, mas tem diferença sim”.</i>

	<i>P: “E assim, saberia me dizer por exemplo, os ribossomos, né? ...ele fica perto dos lisossomos? Como que é isso assim? Quando você lembra, você lembra porque eles têm alguma semelhança...?”</i> <i>E: “Ah, eu acho que mais por causa do nome mesmo, que remete bem. “</i>
10ª Pele	<i>P: “E aí por último você falou a palavra pele, né? Aí você até comentou que é a palavra que menos tem... tem menos importância, talvez, assim dentre essas dez que você falou. E assim, eu queria saber porque que você lembra, né da palavra pele e porque que você acha, assim que ela é a menos importante”.</i> <i>E: “Ah, tipo assim... na verdade não é tão mais importante, tipo ... eu lembrei da palavra pele porque tipo... é mais porque daquele documento que a gente tinha falado lá de unidade essas coisas e daí tipo ... vai pegando a unidade e organizando e fazendo tecidos e ele vai tipo se tornando outras coisas. Daí pode virar um coração, a pele, essas coisas que vai depender do DNA e do RNA. “</i>

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Um primeiro fator importante que foi observado é o uso constante de expressões de incerteza pelo estudante, como “mais ou menos”, “praticamente” e “se eu não me engano”. Isso mostra que ele ainda não se sente confiante em dar uma resposta direta ou com objetividade. Apesar disso, se comparado com os encontros anteriores, ele apresentou maior desenvoltura e até mesmo usou a câmera no *chat* pela primeira vez.

Surpreendeu o fato de ele não citar apenas nomes de organelas por mera memorização. Para todas as respostas ele demonstrou fazer reflexões para elaborar as respostas. Apesar de sempre falar DNA e RNA de forma conjunta, como se fossem a mesma coisa, ele consegue fazer a ligação com o núcleo da célula, o que pode estar associado ao termo material genético, em se tratando de uma estrutura “única”.

Ele pensou na palavra “unidade” como o primeiro termo que remetia à célula. Isso faz bastante sentido quando se pensa no significado propriamente dito da palavra (menor unidade estrutural e funcional do ser vivo). Esse conceito pode ter sido absorvido no minicurso de Biologia, em que no primeiro *slide* se trouxe esse tema. O termo “organização” também foi apresentado em um contexto muito mais aprofundado, quando ele indica a construção de tecidos. Ainda, inclui o lisossomo na listagem ao fazer a ligação com o “sistema digestivo celular”.

O contexto mais interessante foi ao indicar o órgão “pele”. Essa palavra foi dita após ele querer indicar algo composto por células. Para explicar esse termo, combinou os conceitos de outras três palavras citadas anteriormente: unidade, construção de tecidos (organização) e DNA e RNA. Isso prova o quanto apresentar um contexto é

importante para o processo de ensino e aprendizagem deste estudante, pois apesar de muitas vezes não se lembrar da nomenclatura, consegue explicar as funções, características e processos envolvidos.

Para dar continuidade na problemática foram realizados alguns questionamentos adicionais ao estudante. Perguntou-se qual palavra, entre todas que ele citou, seria a mais importante ao se relacionar com o conceito de célula. O estudante respondeu que acreditava ser o DNA e o RNA. Em contrapartida, a que menos “importava” nessa relação seria a palavra pele. Quando questionado o porquê de o DNA e o RNA ter mais relevância, ele respondeu “...ah, porque a organização só é feita por causa deles, tipo, se não tivesse isso seria só um aglomerado de células”.

Outro fator que se pretendia entender nessa dinâmica era sobre como o estudante visualiza a estrutura de uma célula. Pediu-se que ele pensasse nas representações clássicas de uma célula, até mesmo nos desenhos que os professores fazem nas aulas, e respondesse se havia algum aspecto que mais chamava sua atenção, alguma estrutura maior, por exemplo. Sua resposta foi: “...ah, geralmente é o núcleo e aquela bordinha que eu não lembro o nome. E geralmente é o que o povo detalha mais”.

Quando se busca compreender melhor o que seria a “bordinha”, o estudante complementou “...ah, é a que faz a seleção de entrada e saída, do que pode entrar e do que pode sair da célula. Eu não lembro o nome agora, mas é isso aí. “ Apesar de não lembrar novamente do termo “membrana plasmática”, ele entende a sua função e o processo pelo qual é responsável. Além disso, continuou utilizando erroneamente o termo “membrana celular”. Esse termo parece ter sido “enraizado” e demanda maior atenção para desenvolver o entendimento correto do termo parede celular.

Porém, para uma representação clássica de uma célula, com as três partes principais - núcleo, membrana plasmática e citoplasma, o estudante tem uma base razoável. Acreditamos que a maior dificuldade com o citoplasma seja justamente por se tratar de uma estrutura gelatinosa, representada muitas vezes com cores transparentes ou muito claras, que dificultaria a visualização do estudante e, consequentemente, seu entendimento.

Sendo assim, essa primeira situação-problema trouxe um panorama mais consistente acerca dos conhecimentos do estudante. A análise dessa dinâmica foi parâmetro fundamental para a estruturação da próxima atividade e para o melhor entendimento dos processos cognitivos do estudante.

4.4.2 Identificando as organelas celulares

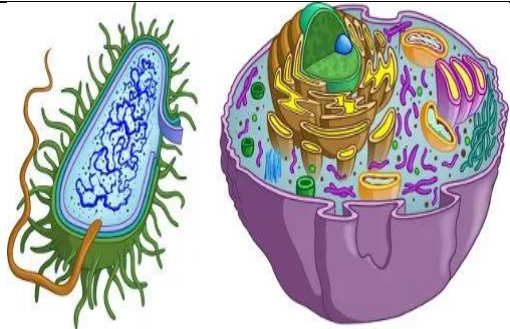
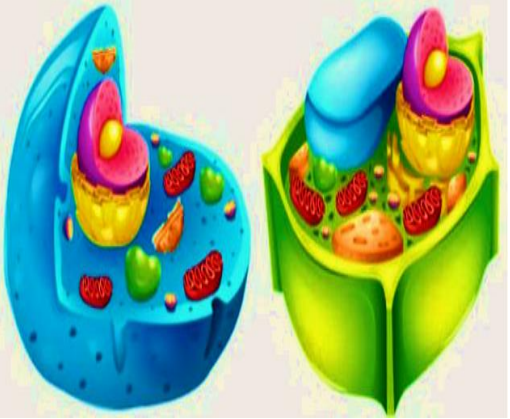
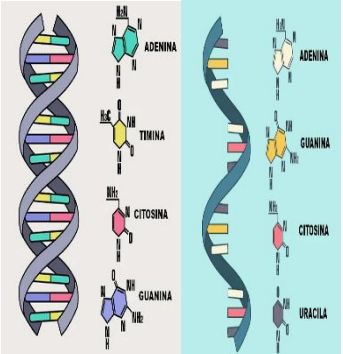
A dinâmica foi pensada segundo o quarto passo da UEPS, buscando a diferenciação progressiva. Então, após terem sido executadas as situações iniciais, começou-se a tratar, especificamente, da temática trabalhada nos modelos concretos, as organelas celulares. É necessário iniciar com aspectos mais gerais e inclusivos, então se trabalha, primeiramente, com a diferenciação das células em duas classificações distintas: procarionte/eucarionte e animal/vegetal. Depois, foram introduzidos os aspectos mais específicos, tratando de cada estrutura celular de forma separada ou em contextos diferentes.

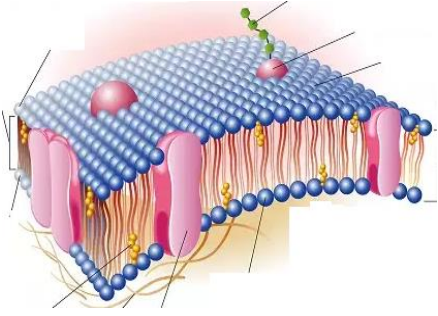
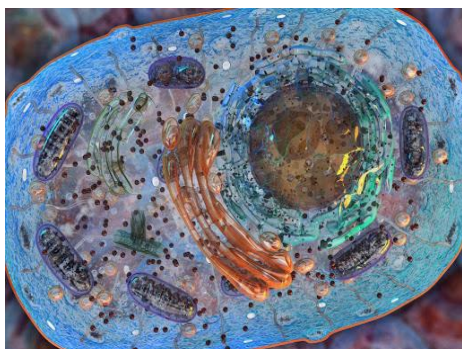
A atividade consistia em uma dinâmica de imagens, nas quais foram escolhidas diferentes representações das células e organelas, para que o estudante tentasse fazer o reconhecimento e explicação do que estava observando. Foi feita pesquisa sobre os melhores esquemas de cores das imagens, com o melhor contraste e resolução possível. Apresenta-se em tela cheia e o estudante estava utilizando o recurso de *zoom* para auxiliar na identificação e solicitamos que ele nos avisasse em caso de dificuldade. Essa questão poderia contribuir com o nosso entendimento nos possíveis problemas que o estudante enfrentou ao longo do processo de ensino e aprendizagem anterior à pesquisa, que colaboraram para o déficit do conhecimento sobre aspectos da Biologia celular.

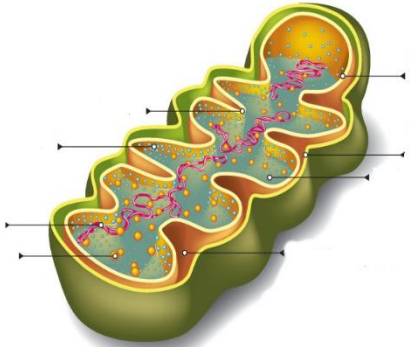
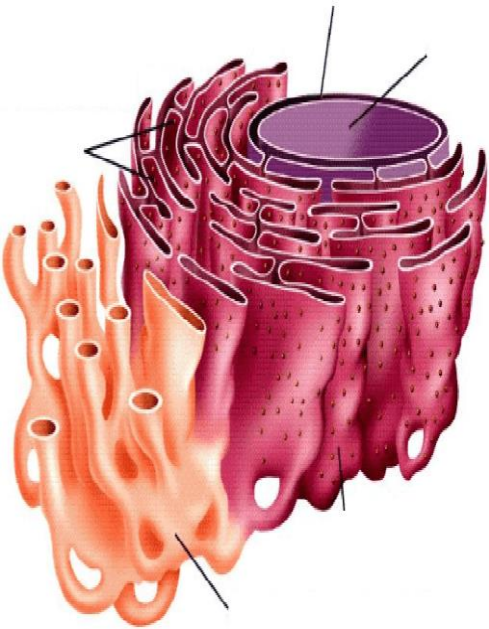
Explicou-se a atividade para o estudante, deixando que ele fizesse respostas livres sobre o que entendia de cada imagem. Poderia ser uma nomenclatura, função, processo desenvolvido ou até mesmo uma comparação entre as imagens que apareciam no *slide*. O resultado pode ser observado no quadro 8, a seguir:

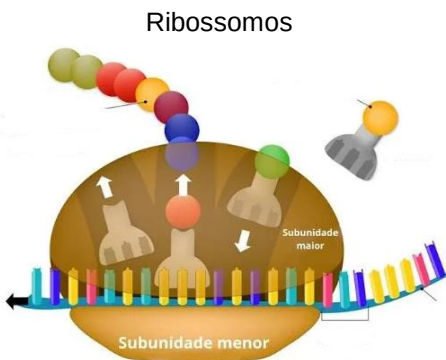
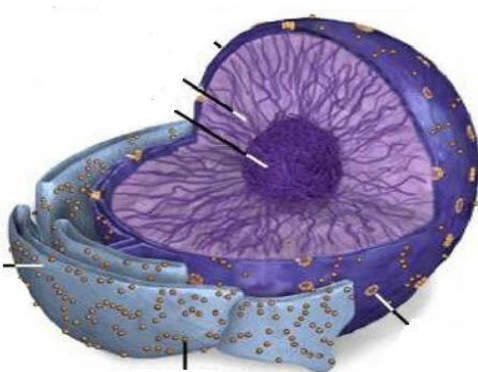
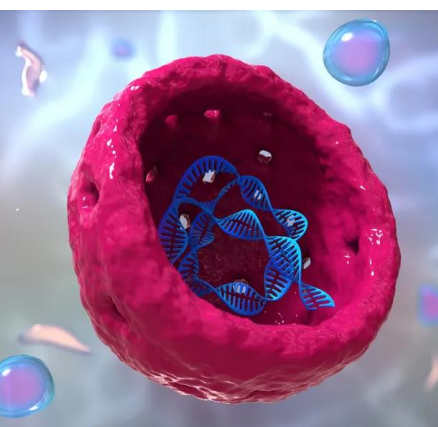
Quadro 8 – Resultado da identificação das imagens e a respectiva explicação do estudante.

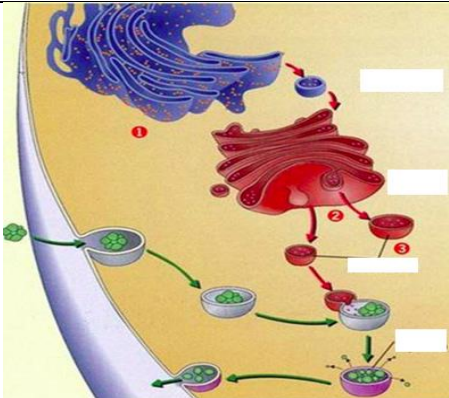
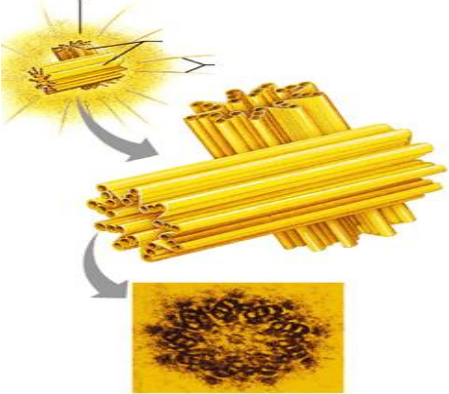
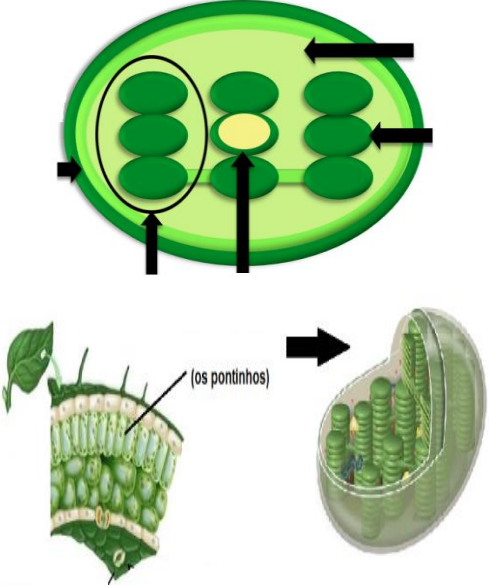
Célula ou Estrutura da Imagem	Identificação e Explicação do Estudante
Célula Procarionte x Eucarionte	E: “Tem duas células e parece que... sei lá, pera aí... Tá! Essa daqui ela tem tipo um rabinho aqui bem comprido mais, sei lá, eu não lembro o nome”. P: “Aqueles duas são bem diferentes, né? Você sabe o porquê?” E: “Ah, mais ou menos, tipo o formato é diferente. Essa daqui tem menos estruturas no interior. Essa daqui que é meio verde. Ela tem bem menos estruturas no interior...”

	Calma aí... lembro que tem os dois nomes, mas sei lá”. P: “Você lembra que tem duas nomenclaturas, né?” E: “Aham. Aí também é aquela que tem o rabinho, que usa, essa verde. É encontrada só nos seres humanos, no espermatozoide...alguma coisa assim. Mas eu não lembro o nome”.
Célula Animal x Vegetal 	E: “Essas duas... Essa aqui que é meio azulzinha... eu acho que é uma animal. Essa outra aqui é uma vegetal”. P: “Tá, e como você identificou que uma é animal e a outra vegetal?” E: “Pelo formato, que uma é mais tipo... uma é mais quadradinha e a outra mais arredondado”. P: “Você sabe o porquê disso?” E: “Ham, mais ou menos. É, tipo, eu acho que é meio que por causa do movimento, que a animal faz mais movimento e a vegetal nem tanto”. P: “E porque que a vegetal faz menos movimento? Ela não tem uma estrutura ali?” E: “Ah, ela tem, mas é que ela não é feita de tipo pra se movimentar. Ela é feita para ficar parada e aguentar tipo tudo que vai acontecer em volta”. P: “Você lembra qual é o nome dessa estrutura?” E: “Ah... ela é a membrana celular, eu acho”. P: “As duas têm membrana? ou só a vegetal?” E: “Não, só a vegetal. A outra tem membrana, acho que é plasmática, se não me engano. Aí as duas têm a membrana plasmática e aí só a vegetal tem a membrana celular”. P: “Uhum, mais alguma coisa? Você consegue ver mais alguma diferença entre as duas. Alguma estrutura que uma tenha e a outra não?” E: “Tem um negócio roxo grande, bem grande aqui. Que ta mais aparente na ... na vegetal”. P: “Você sabe o que que é?” E: “Ah... não muito bem, mas acho que deve ser responsável pela fotossíntese, eu acho, mas não sei.”
DNA x RNA 	E: “Tá...o primeiro parece uma fita de DNA... Aqui parece aqueles negócios de química, as ligações químicas”. P: “É, as duas têm, né? Mas você sabe a diferença de uma para outra?” E: “Acho que a primeira é a do DNA, a primeira imagem e a do segundo é do RNA”. P: “Ah, sim. E você sabe alguma coisa sobre elas?” E: “Ah, mais ou menos. Tipo eu sei que as duas são responsáveis pela genética. Por como vai ser ... e aí a

	única coisa que vai mudar aqui é as composições químicas mudam alguns... algum pouquinho”.
Membrana Plasmática 	E: “Tá, calma aí. Isso aqui parece uma membrana plasmática”. P: “Aham. Sabe alguma coisa sobre?” E: “Ah, eu sei que ela é feita por fosfolipídio, que é fósforo e gordura. Ah... ta... essa é aquela que controla a entrada e saída da água e de sais e essas coisas pra dentro da célula ou deixa, ou não deixa... Acho que é mais ou menos isso”. P: “Legal...Mais alguma coisa dela ou passamos?” E: “Acho que não, pode passar. “
Parede Celular 	E: “Tá, tem uma célula vegetal. E aqui tem tipo um zoom dessa parte de fora aqui que é a membrana celular. Ali mostra o núcleo..”. P: “Você consegue identificar bem esse zoom no microscópio? Dá pra ver legal?” E: “Ah, dá para ver que tem uns quadradinhos”. P: “Uhum, tipo uns contornos, né?” E: “Ah, acho que é isso dessa imagem”.
Citoplasma 	P: “E essa daqui?” E: “Nossa..”. P: “Mais complicada?” E: “É, tem muita coisa... daí fico perdido”. P: “É muita coisa para identificar ou você consegue identificar?” E: “Ah, acho que deve dar. Então, parece ser uma célula animal, aparentemente”. P: “Você consegue identificar que ela tem uma parte, a maior parte é azul. Sabe o que é essa parte azul?” E: “O que é essa parte azul? É.... na onde fica as ... é tipo o interior da célula, mas eu não sei muito bem como é”. P: “Esse interior da célula é como?” E: “Ah, eu acho que tem tipo uns líquidos lá. Alguma coisa assim”. P: “Você lembra o nome desse líquido?” E: “Ah... não”. P: “Tá. Mas você sabe que ele fica ali dentro da célula... E você consegue perceber que essa parte

	azul é a representação desse líquido então. Legal. Mais alguma consideração?” E: “Acho que não”.
Mitocôndria 	E: “Essa daqui... Então, ele tá mostrando bem as bolinhas né? Mas sei lá..”. P: “Consegue lembrar o nome dessa estrutura ou o que são essas bolinhas? Dá pra identificar que ela tem estruturas diferentes, tem uma borda mais externa, depois uma borda interna..”. E: “Aham, sim, dá pra identificar o líquido também que a gente tava conversando da outra”. P: “Mas o nome da estrutura, você não lembra?” E: “O quê? As bolinhas? não... Eu sei que ela é uma célula vegetal”. P: “Essas bolinhas, então, você não sabe o que é?” E: “Ah, eu sei que isso a gente ia fazer... A intenção era fazer elas com a caneta 3D lá, mas eu não lembro o nome”.
Núcleo + Retículos Endoplasmáticos 	E: “Hm... Esse aqui ... é aquele que fica embaixo do núcleo gigante. Que ele fica alinhado parecendo, umas linhazinhas assim, juntas, mas eu não sei o nome”. P: “Quantas estruturas você consegue identificar nessa imagem? São três cores diferentes”. E: “Sim. Aqui tem tipo uns pontinhos no primeiro aqui que é meio rosinha mais claro. Aí aqui depois tem um outro que ele tem uns tubos, mas ele é mais comprido e tem um monte de ligações entre eles. E depois tem um que é circular lá no meio”. P: “Você consegue lembrar qual que é?” E: “Ah o do meio eu acho que seria o núcleo, o que é meio azul. Esse daqui eu não sei se...”. P: “Aqui aparece novamente as bolinhas. Você lembra qual que é a estrutura onde essas bolinhas ficam conectadas?” E: “Não é o Complexo de Golgi? Ah não sei se é o Complexo..., mas calma aí.... É alguma coisa rugoso, mas eu não lembro o nome.... É alguma coisa rugoso, mas eu não lembro o nome”. P: “Se quiser pensar pode pensar..”. E: “Eu acho que não vou lembrar...”. Se eu não me engano, essa estrutura essa rosinha mais escura e essa mais claro é aquela que ela falou que é tipo, tem uma que é lisa e tem uma que é rugosa”. P: “Uhum... você lembra alguma coisa sobre elas? Qual que você acha que é a rugosa e qual que é a lisa?” E: “A rugosa é essa rosinha mais escura e a lisa essa que é mais clara”.

	P: “E você lembra o que que elas fazem?” E: “Mais ou menos. Acho que ela é responsável tipo pela alimentação da célula. Alguma coisa assim. Eu não lembro muito bem. “
Ribossomos 	E: “Ixi, eu não sei se esse aqui é uma bolinha ou é o núcleo, mas..”. P: “Você acha que pode ser a bolinha?” E: “Ah eu não sei se pode ser a bolinha ou o núcleo”. P: “Você acha que ele tá fazendo alguma coisa aí? Tem algum processo?” E: “Não... acho que é o núcleo mesmo, porque aqui ó, tem tipo uma fita de DNA ou RNA, alguma coisa assim. E aí ele tá liberando aquelas bolinhas que vai lá pra aquele negócio rugoso lá. É alguma coisa assim, eu só não lembro direito”. P: “Ok... passo para a próxima?” E: “Aham”
Núcleo + Retículos Endoplasmáticos 	E: “Tá... esse aqui é só um eu acho... tá ele mostra o.... essas raízes assim eu nunca vi... hmm, esse aqui eu não sei muito bem o que é não”. P: “É são duas estruturas, né? Um azul clarinho e um azul mais escuro. Você consegue identificar quais são as estruturas”. E: “Não muito bem”. P: “Essa imagem então ficou...” E: “Assim dá para ver.... Tipo no meio era uma bolinha mais escura e aí tem tipo uns raminhos assim e um azul claro no fundo, sei lá, ficou meio ... confuso”. P: “Não consegue lembrar o nome então?” E: “Não”.
Núcleo 	E: “Essa parece uma célula do sangue que a gente tem que é vermelha”. P: “E dentro dela tem o que?” E: “Tem tipo um DNA enrolado”. P: “Lembra qual é a estrutura que tem o DNA dentro?” E: “É o núcleo?” P: “É o núcleo que tem o DNA?” E: “Se eu não me engano, sim!” P: “Aham! Essa estruturada ela está cortada no meio digamos assim. Para mostrar o material dentro”. E: “Ah sim!” P: “Mas ela ficou num formato bom para identificar, não ficou? o formato, as cores?” E: “Aham, ficou bom sim. “
Retículo Endoplasmático Rugoso + Complexo Golgiense + Lisossomos	E: “Aqui é um dos processos que eu não sei se alimenta a célula, mas ela é tipo alguma coisa assim, tipo sai os sais minerais lá do negócio que é rugoso lá que eu não lembro e aí ele vai pro liso. Aí ele divide em dois. Aí ele vai um pro lado e outro pro outro. Aí

	aqui que eu não sei para onde que ele vai. Só tem umas bolinhas aqui”. P: “Você sabe o que são essas bolinhas?” E: “Ahm... Não”. P: “E o que que elas estão fazendo, você sabe?” E: “Ah, elas estão transportando os sais minerais que saíram do negocinho liso aqui, mas eu não sei ... Aí acho que ou elas vão mandar para fora ou elas vão trazer para dentro esses sais minerais... Essas bolinhas não é os ribossomos?” P: “Essas bolinhas os ribossomos?” E: “Não é? Eu não lembro direito mais... sei lá” P: “Essas bolinhas são diferentes das bolinhas que estão aparecendo nas estruturas”. E: “Ah sim..”. P: “Mas depois a gente passa por elas. Mas você acha que essas então são os ribossomos”. E: “Acho que sim. Mais ou menos... não tenho certeza”.
Centríolo 	E: “Parece que é o zoom de uma foto de microscópio”. P: “É... Você consegue identificar qual é essa estrutura que tem os tubinhos?” E: “Estrutura que tem os tubinhos...” P: “Consegue distinguir que ali na estrutura são vários tubinhos. São três tubinhos juntos e vários tubinhos assim em volta. Quase formando uma estrela”. E: “Ah, olhando na aqui em cima, na imagem de cima, sim. Aqui embaixo...” P: “Uhum... Você lembra qual é essa estrutura dos tubinhos?” E: “Hmm... Eu acho que é a vegetal essa aí... Não lembro muito bem... Acho que não, Mylena”.
Cloroplasto 	P: “Aí tem mais duas imagens. Essa! Que está associada com a outra. Mas eu quero que você olhe para essa e tente identificar, se sabe qual estrutura é essa”. E: “Acho que não”. P: “Tá, então vou mostrar a outra imagem agora e você vê se consegue identificar... É aquela mesma estrutura... Só que em uma outra forma de explicação. O que são esses pontinhos?” E: “No todo parece aquela parte de fora da célula. Que é a membrana plasmática”. P: “Essa parte da esquerda?” E: “Aham...” P: “Mas e os pontinhos que estão ali? Você consegue perceber que tá saindo de uma folha lá em cima, aí tem essa segunda estrutura e ela mostra esses pontinhos. Numa escala maior, o que é essa parte aqui da direita. Consegue imaginar qual é?”

	<i>E: “Ah, seria acho que os transportadores de sais minerais, não é? Aqueles, tipo aqueles que a gente viu lá atrás, que ele tá trazendo um pouco tipo de bolinhas assim pra dentro dele e aí entra naquele sisteminha lá... que é lá de trás”.</i>
--	--

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Nesta atividade, o estudante demonstrou um grau menor de timidez para responder, porém as dúvidas e confusões se mantiveram. No primeiro *slide*, já demonstrou dificuldade para classificar as células em procarionte e eucarionte, além de não apresentar diferenças substanciais entre as duas, apenas o aspecto do formato e que a “verde” (procarionte) possui menos estruturas.

Na sequência, ao trabalhar a diferença entre célula animal e vegetal, ocorre a confusão anterior, o termo “membrana celular” permanece enraizado. Apesar de ter identificado que a membrana plasmática aparece nos dois tipos de célula e a “celular” que seria a parede celular, apenas na célula vegetal foi preciso- fomentar atividades que ajudem a corrigir esse termo.

O fato de ter visto o vacúolo representado na cor azul, como sendo roxo, pode contribuir com os erros. Muitas vezes se pode ensinar as estruturas indicando as cores nos desenhos, mas não se sabe se o estudante realmente está identificando aquela cor, o que resulta em uma nomenclatura errônea da estrutura. A proposição da impressão 3D e dos modelos concretos pode ser um fator importante na quebra dessa barreira, já que possibilita o uso do tato, tornando-o mais uma variável de suporte para o estudante, diminuindo as confusões quando comparado apenas ao uso das cores.

Quanto à identificação do RNA e DNA, o estudante conseguiu nomear e explicar de forma correta, apesar de trivial. Já se tinha percebido uma maior facilidade com essas duas estruturas na atividade anterior. Em relação à membrana plasmática, surpreende-se com a identificação da estrutura e a explicação sobre sua função e composição de forma correta e bastante completa. Ter utilizado o termo “fosfolípido”, explicando que é a junção de fósforo e gordura, também foi relevante. Apesar de errar o termo, também identificou a parede celular e já havia falado sobre a sua função anteriormente.

Sobre o citoplasma, sabe apenas que é uma espécie de líquido. Acredita-se que o citoplasma pode ser algo difícil de identificar em função de cores normalmente utilizadas, que não favorecem a observação de um estudante com baixa visão. O

contraste com as diversas outras estruturas não ajudam na identificação. Porém, quando se mostra a mitocôndria, ele conseguiu associar o “líquido” da célula com o que aparece na organela. Já o conceito de mitocôndria ficou perdido quando identificou a organela como sendo uma célula vegetal.

Identificou que os retículos endoplasmáticos ficam próximos ao núcleo e que existe diferença entre os dois. Apesar de fazer confusão com o retículo endoplasmático rugoso e o complexo golgiense, quando citamos a presença das “bolinhas” lembrou que é o “rugoso”. Depois de um incentivo para pensar na estrutura, parece ter se recordado das explicações do minicurso e identifica como sendo os dois tipos de retículos endoplasmáticos, porém a relação de função da estrutura está equivocada. Acredita-se que ele esteja associando a função de alimentação, quando se fala de proteína e lipídios, o que pode ter causado essa confusão.

Um fator que merece destaque é o constante uso do termo “sais minerais” pelo estudante. Muitas vezes, ele utiliza sais minerais para identificar proteínas e lipídios, ou seja, aquilo que é referente a alimentação da célula ou que está sendo transportado de dentro para fora da célula, ou vice-versa. Isso pode ser influenciado pelo fato de não terem a disciplina de bioquímica celular no currículo de Biologia no IFMS, o que seria fundamental para diferenciar o que é uma substância orgânica de uma inorgânica.

De modo geral, o estudante soube o que é o ribossomo, mas não lembrou a nomenclatura, chamando sempre de “bolinha”. O fato de ter associado ribossomo com o formato circular da estrutura, fez com que confundisse o lisossomo com o ribossomo. Essa mesma questão pode ter motivado a confusão na identificação da imagem do cloroplasto, em que ele acreditava que os “pontinhos” são ribossomos.

Porém, ao se apresentar a figura de ribossomos com a presença das subunidades e o RNA mensageiro (RNAm), o estudante associou o RNAm com o material genético e identificou a estrutura como sendo um núcleo. Ainda, acrescenta que *“...ele tá liberando aquelas bolinhas que vai lá pra aquele negócio rugoso lá”*, mostrando que o estudante sabe que os ribossomos são produzidos no núcleo. Pode-se ver que a associação com o material genético é concisa, pois na representação do núcleo “cortado” ao meio, primeiro acha que é uma hemácia e só depois de associar ao material genético acerta na identificação.

Quanto às duas últimas organelas, a abordagem foi um tanto quanto problemática. O centríolo foi associado a uma célula vegetal, talvez por fazer a ligação

com o *zoom* do microscópio, quando se mostra a parede celular. Esse conceito é bastante delicado, pois justamente o centríolo é, habitualmente, caracterizado como uma organela que está presente apenas nas células eucariontes animais, embora apareça nos vegetais inferiores. Já o cloroplasto não é identificado nem mesmo com a imagem adicional que se coloca, em que aparece a referência de uma folha. Primeiro, o estudante diz ser uma membrana plasmática e, depois, acredita que os “pontinhos” sejam “bolinhas”, o que fica ainda mais difícil de compreender, pois classifica tanto ribossomos quanto lisossomos como “bolinhas”.

Ao final de todo o diálogo com o estudante, volta-se ao primeiro *slide* para trabalhar todas as células e estruturas com uma explicação detalhada, demonstrando qual seria a resposta correta ou esperada. Apresenta-se, também, as funções e ligações entre elas e características mais aprofundadas. Apesar das confusões por parte do estudante, ele pareceu interessado na explicação e nas próximas etapas. Portanto, identifica-se a necessidade de trabalhar de forma mais detalhada as estruturas das células e realizar o reforço das nomenclaturas. Foi pensando nisso que se desenvolve a próxima atividade.

4.4.3 Morfologia celular

Após trabalhar com o estudante o conteúdo escolhido, no resgate do que foi feito nas atividades com os organizadores prévios - entender que palavras remetem à célula e trabalhar a identificação das organelas celulares, passa-se o foco para a morfologia celular. O intuito desta atividade era fomentar o conhecimento do estudante sobre a estrutura de uma célula e entender como ele representaria uma célula em desenho 2D.

Aproveitando o interesse e a habilidade do estudante em desenhar e já pensando na construção dos modelos concretos, divide-se essa atividade em dois encontros diferentes, ambos feitos a distância, via *Google Meet*. Foi criado um roteiro com a descrição das duas atividades para guiar o estudante no seu desenvolvimento e inseridos diversos materiais de apoio. Essa etapa é uma clara atenção ao terceiro princípio da TASC - “da não centralidade do livro de texto”, pois se buscam diferentes representações do conteúdo para repassar ao estudante.

A primeira atividade consistia em estudar o material proposto, composto da seguinte forma:

- revisão dos *slides* de identificação das organelas celulares utilizados na atividade anterior;
- assistir quatro vídeos instrutivos com os seguintes temas: Citologia (<https://www.youtube.com/watch?v=rjH2xzCwNx0>), Organelas Celulares e suas funções (<https://www.youtube.com/watch?v=gCnQvIHrFTI>), Diferenças entre DNA e RNA (<http://nutridiversidade.com.br/diferencas-entre-o-dna-e-rna-6-principais-diferencas/>) e Diferenças entre células procariontes e eucariontes (<http://nutridiversidade.com.br/quais-as-principais-diferencas-entre-as-celulas-eucariontes-e-procariontes/>);
- acessar (<http://3d.cl3ver.com/0MKDN>) e estudar a célula 3D disponível;
- escolher um dos aplicativos de células 3D indicados e baixar para auxiliar no desenho da célula escolhida, sendo: “Biologia Celular Interativa”, “Células” e “CellWord”.

A segunda atividade consistia na escolha das cores das organelas celulares que mais se adequassem às demandas do estudante. Para tanto, após os estudos de como as organelas eram retratadas nos diversos materiais disponibilizados, houve reunião com o estudante para escolher as cores que seriam utilizadas. Foi explicado para o estudante que a célula deveria ser adaptada, pensando no que ajudaria na lembrança dos conceitos e funções das estruturas para ele, atentando para a questão do contraste das cores para melhor visualização. As escolhas, constantes no quadro 9, foram as seguintes:

Quadro 9 – Cores escolhidas para cada estrutura das células

Estruturas/Organelas Celulares	Cores Definidas
Membranas Plasmáticas	Transparente
Parede Celular	Verde translúcido
Citoplasmas	Azul Claro
Núcleos/Nucléolos	Roxo Escuro/Amarelo
Retículos Endoplasmáticos Rugosos e Lisos	Laranja *o retículo rugoso seria diferenciado pela presença de ribossomos
Complexo Golgiense, Lisossomos e Peroxissomos	Vermelho
Ribossomos	Rosa
Mitocôndrias	Branco
Vacúolos	Azul Escuro
Cloroplastos	Verde
Centríolos	Amarelo

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Algumas cores não foram definidas pelo estudante, mas foram validadas por ele. É o caso das cores das membranas plasmáticas e da parede celular que tinham sido escolhidas pela pesquisadora por necessitar de um filamento especial com um efeito translúcido, dando um acabamento especial para os modelos. As demais cores foram trazidas pelo estudante, com a seguinte explicação: *“...ah, tipo, as cores que eu fiz que eu lembro, eu fiz meio que tipo assim... colocava uma clara no fundo, uma escura, aí uma clara, uma escura. Pra dar tipo bastante diferença na hora que você olhar e ficar bem visual”*.

Além das duas células principais, vegetal e animal, decidiu-se imprimir mais três organelas em escala aumentada, sendo: mitocôndria, cloroplasto e centríolo. As duas últimas estruturas foram escolhidas por representarem diferenças entre as células animal e vegetal, podendo auxiliar o estudante no entendimento desse conceito.

Já a mitocôndria foi escolhida em função de sua importância dentro da célula e ao fato de o estudante ter dificuldade na identificação da estrutura nas atividades anteriores. Então, foi indicado que ele fizesse a associação da estrutura com uma cor que o ajudasse a lembrar a nomenclatura, função (produção de energia) ou até mesmo em conjunto com o núcleo, já que as duas estruturas apresentam material genético no seu interior (característica que o estudante comentou). A decisão causou surpresa quando o estudante disse: *“...ah, então pela questão de energia... eu não sei...porque pra mim cor que remete a energia seria o branco ou azul... aí...sei lá”*.

Houve surpresa com a menção da cor branca, pois ninguém havia pensado na possibilidade de o branco ser uma cor final possível. Normalmente, o filamento branco é utilizado para estruturas que serão pintadas depois, por facilitar a cobertura. Inclusive, essa estrutura já estava impressa na cor branca e se decidiu deixá-la com essa cor, atendendo ao pedido do estudante, e se aproveita para detalhar as estruturas internas com outras cores.

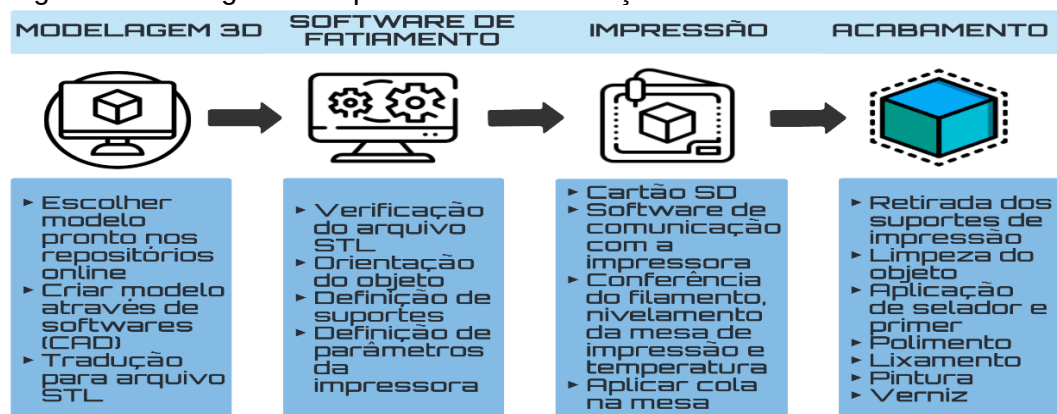
Assim, encerra-se a terceira atividade desta sequência e se repassa ao estudante o que aconteceria no próximo encontro. O estudante escolheu a célula vegetal para desenhar em 2D e apresentar no próximo encontro para discutir. A célula animal foi feita por outra estudante da equipe, para que também pudesse ser analisada junto ao estudante. Esses desenhos seriam utilizados como base para a adaptação e montagem dos modelos concretos impressos para o encontro presencial.

4.4.4 Adaptação dos modelos celulares em 3D

Esse encontro foi o que mais demandou processos de planejamento. No início da pesquisa, a intenção era imprimir as peças aos poucos e ir realizando o acabamento junto ao estudante, porém como explicado anteriormente, optou-se por reduzir os encontros presenciais ao mínimo necessário. Assim, foi realizado o curso de impressão 3D para o estudante entender o processo e se realizou mais um encontro presencial para trabalhar a adaptação dos modelos concretos, que já haviam sido impressos com antecedência.

Foi feita a impressão das peças nas cores de filamentos disponíveis e providenciada a compra das tintas das cores faltantes, imprimindo as peças restantes com filamento branco. Para entender melhor todo o processo de construção das peças de forma resumida, foi criado o fluxograma abaixo (Figura 5). No momento desta atividade se encontrava na última etapa (acabamento).

Figura 6 – Fluxograma do processo de construção dos modelos concretos



Fonte: Elaboração da autora (2021).

Para este processo, foi preciso adquirir os seguintes materiais: tintas automotivas em galão e spray, seladora, *primer*, lixas de diferentes espessuras, verniz, tesoura, pincel, fita crepe, estilete, lona de proteção, pratos descartáveis, cola e palitos. Grande parte da aprendizagem acerca do processo de acabamento foi aprendido nos cursos e por meio da observação de vídeos disponibilizados na internet, porém foi preciso realizar alguns testes antes de repassar para o estudante na prática.

Como seria necessário realizar os testes, já se aproveitou para deixar algumas estruturas prontas, e outras em diferentes níveis de acabamento. Considerando a

quantidade de estruturas impressas, não seria viável realizar o acabamento em todas, em apenas um dia e, ainda, realizar as dinâmicas. Assim, a pesquisadora fez alguns processos de acabamento em casa e aproveitou para adquirir experiência para o repasse ao estudante. Algumas peças foram completamente finalizadas com sucesso (Figura 7), mas também houve problema com o acabamento de uma mitocôndria (Figura 8), devido ao *primer* não ter secado totalmente antes da aplicação da primeira camada de tinta, ocasionando a não fixação do produto. Esse erro serviu como aprendizado do que “não fazer” nas próximas peças.

Figura 7 – Centríolo finalizado com sucesso



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 8 – Erro no acabamento da mitocôndria



Fonte: Acervo da pesquisadora.

No dia do encontro, a primeira dinâmica foi a explicação sobre como funciona o processo de acabamento das peças, indicação da função de cada material a ser utilizado e as formas de uso (Figura 9). As peças impressas foram mostradas e explicado em qual etapa de acabamento cada estrutura estava, e após foi exposto sobre a finalização dos modelos (Figura 10). Aproveitou-se para já repassar alguns acabamentos simples de algumas estruturas, enquanto o restante da equipe analisava os desenhos das células 2D da atividade anterior, que foram entregues e apresentados pelos estudantes em conjunto.

Figura 9 – Explicação da etapa de acabamento



Fonte: Acervo da pesquisadora.

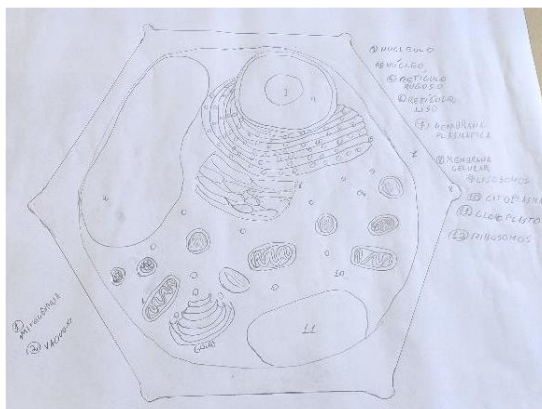
Figura 10 – Demonstração das estruturas



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Considerando ser fundamental o trabalho colaborativo na UEPS, a estudante que participa do projeto de ICT, citado anteriormente, foi convidada a integrar esse encontro e auxiliar no processo de acabamento. Cabe ressaltar que o estudante ficou responsável pelo desenho da célula vegetal e a estudante pela célula animal. Essa colaboração foi feita no sentido de buscar uma interação maior do estudante pesquisado e possibilitar um diálogo mais aberto na busca de evidências de aprendizagem significativa crítica.

Figura 11 – Desenho feito pelo estudante



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 12 – Modelo 3D e Desenho 2D do estudante



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Cabe destacar, que além das adaptações dos modelos concretos, esse momento contempla o quinto passo da UEPS, com a nova situação-problema em um contexto mais complexo. Para tanto, se fez a retomada dos aspectos mais gerais do conteúdo através da atividade anterior, em que o estudante foi protagonista na busca do seu conhecimento, contando apenas com o suporte da equipe e do roteiro criado. Esse momento anterior resultou na construção do desenho 2D apresentado acima. Foi feita, também, a proposição de uma outra atividade colaborativa entre os dois estudantes, visando a interação social, fomentando o estabelecimento de significados, mediados pela equipe. Assim, solicitou-se que eles fizessem a montagem dos modelos concretos de acordo com o que acreditavam estar correto, baseado em seus desenhos.

Além disso, houve uma segunda apresentação, em *PowerPoint*, demonstrando de forma mais aprofundada novos exemplos das estruturas, conciliando a

apresentação dos modelos impressos com situações anteriores, trabalhando as principais diferenças e semelhanças em busca da reconciliação integradora dos conceitos envolvidos. Utilizou-se, inclusive, os modelos concretos para demonstrar, de forma mais clara, os equívocos cometidos nos desenhos. Aqui, se explora o princípio da aprendizagem pelo erro, fomentando o pensamento de que se aprende com os erros e que isso não é ruim.

Apresenta-se, a seguir, a sequência de imagens que mostra como foram montadas as células animal e vegetal, antes e depois de ser feita a retomada do conteúdo, bem como a explicação da organização celular com a correção do posicionamento das estruturas celulares dos desenhos 2D.

Figura 13 – Montagem antes e depois da explicação e correção dos desenhos da célula animal



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 14 – Montagem antes e depois da explicação e correção dos desenhos da célula vegetal



Fonte: Acervo da pesquisadora.

É possível observar que não há grandes equívocos nas montagens realizadas antes das intervenções. Isso mostra que o estudante conseguiu entender os formatos das organelas, de forma geral, e teve uma percepção razoável de como devem estar organizadas. Essa constatação corrobora com a análise que foi feita na atividade de “Identificação das Organelas Celulares”, em que se acreditava que a dependência das cores era um fator problemático para o estudante.

Claramente, ter acrescentado a característica tátil, com os modelos concretos, auxiliou na confiança do estudante ao identificar as estruturas, resultando em maior segurança e menos equívocos, quando comparados às atividades meramente visuais. Essa mesma constatação aconteceu na pesquisa realizada por Cardinali e Ferreira (2017), que utilizaram modelos concretos para ensinar Biologia celular a estudantes cegos. Os autores entenderam que a percepção tátil para os estudantes são os olhos dos videntes. Assim, a imagem tátil fornecida pelo contato com modelos tridimensionais facilita a sua compreensão, fazendo um papel de aproximação aos diversos recursos visuais, que estão disponíveis para estudantes videntes no processo de ensino e aprendizagem.

Ainda sobre o desenho em 2D, ocorre a surpresa com a qualidade da apresentação feita pelo estudante. Parabeniza-se a diferenciação do Retículo Endoplasmático Rugoso e Liso, que ficou muito bem-feito. A representação das Mitocôndrias, Vacúolo e Parede Celular também ficaram adequadas. Os pontos mais críticos foram a inclusão equivocada de Lisossomos no lugar de Peroxissomos, por ser uma célula vegetal. O Cloroplasto que o estudante não soube representar e apenas inseriu no desenho como um círculo grande, além do posicionamento do Complexo Golgiense, longe dos Retículos, e as Mitocôndrias distantes do Núcleo.

Contudo, ao final das explicações e correções, o estudante reposicionou as organelas da forma correta. Percebe-se, também, que a dificuldade com a diferenciação da membrana plasmática e parede celular, apresentada nas atividades anteriores, foi sanada com essa dinâmica e com a representação feita nos modelos concretos.

Por fim, o estudante pôde retirar as últimas dúvidas e foi realizada a finalização dos acabamentos/adaptações das últimas estruturas de forma colaborativa. Esse momento final abriu espaço para um último diálogo em grupo, resultando em uma iniciativa do estudante em planejar o formato da próxima atividade. Além disso, o

estudante deu início à correção do seu desenho em 2D para apresentação da sua trajetória de aprendizagem em seu *Workshop* Final (etapa seguinte).

4.4.5 *Workshop* final do estudante

Esta última situação-problema contempla o décimo momento de intervenção e sexto passo da UEPS. Essa conclusão de unidade precisa ser feita em duas etapas. A primeira é continuar com a diferenciação progressiva, abordando novamente as características mais relevantes, de forma integradora, e buscando a reconciliação integrativa. Para alcançar esse objetivo foi disponibilizado um *drive* com todos os materiais de apoio, *slides* e apresentações desenvolvidos ao longo das atividades e foram entregues alguns modelos concretos para que o estudante levasse para casa.

A intenção, aqui, era fomentar mais uma vez o estudo do conteúdo, porém com o auxílio dos modelos concretos, que foram desenvolvidos, para analisar o potencial do material em dar suporte durante o processo de aprendizagem. Além disso, o estudante ficou responsável por corrigir o desenho 2D da atividade anterior, conforme fosse estudando as estruturas. Os modelos disponibilizados para o estudante foram: uma célula vegetal completa, uma mitocôndria e um cloroplasto (Figura 15). Apesar de o estudante ter tido acesso à célula animal na atividade anterior, para o desenvolvimento do *workshop*, de forma colaborativa, o material ficou com a outra estudante. Então, os dois estudantes interagiram via *Google Meet* e *WhatsApp* para troca de conhecimento.

Figura 15 – Modelos concretos disponibilizados para o estudante com baixa visão



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A segunda etapa consiste em propor uma nova situação problema, em um nível maior de complexidade, sendo desenvolvida de forma colaborativa e discutida pelo grupo. Para tanto, foi proposta uma apresentação nos moldes de um *workshop* final, no qual os estudantes apresentaram os modelos concretos desenvolvidos, bem como sua trajetória na pesquisa, mostrando as dificuldades, melhorias e contribuições.

Considerando que o estudante de baixa visão, ao longo do processo, demonstrou maior dificuldade com algumas estruturas presentes na célula vegetal, ficou responsável por apresentar, de forma mais específica, sobre essa. Porém, todo o conteúdo foi trabalhado nessa apresentação, principalmente, nos diálogos e interações entre o grupo. Após um apanhado geral dos temas abordados durante a pesquisa, foram apresentados os modelos concretos da célula animal (Figura 16). Buscando incluir o estudante na discussão, foram feitas perguntas sobre as estruturas dos modelos e suas funções para toda a equipe.

Figura 16 – Modelo concreto da célula animal completa



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na sequência, o estudante de baixa visão fez sua apresentação. Lembra-se de que toda a estruturação do *workshop* foi feita pelo estudante, dando liberdade na forma de repasse do seu conhecimento, de maneira que se sentiu mais à vontade, contando com o auxílio da equipe nas dúvidas que surgiram ao longo das semanas de preparação. O estudante optou por utilizar, principalmente, seu desenho em 2D corrigido e o modelo da célula vegetal completa (Figura 17). De forma positiva houve surpresa com o fato de não ter utilizado *PowerPoint*, fugindo do tradicional. Acredita-se que seja em função da limitação visual, mostrando que o estudante possui mais segurança quando utiliza os modelos táteis.

Figura 17 – Materiais utilizados na apresentação do estudante



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Sua apresentação teve início com a indicação das correções do desenho 2D e traçando suas maiores dificuldades durante o percurso da pesquisa. Sobre essas dificuldades, destacou: *“O que eu mais tinha dúvida antes era na parede celular que antes eu chamava de membrana celular. E depois eu descobri que a membrana celular e a membrana plasmática é praticamente a mesma coisa”*.

Além da confusão com nomes, possuía um equívoco com sua definição de célula e organização celular, que foi sanada com o uso dos modelos. Pode-se observar, quando ele diz: *“aí outra coisa que pra mim tipo era tudo igual era a organização da célula. Tipo, isso aqui era uma célula (mostrando seu desenho 2D) e a célula desse jeito assim também era uma célula (modelo concreto), então... aí depois eu descobri que tem uma organização, que não é tudo jogado lá dentro, tipo de qualquer jeito”*.

Ao demonstrar as estruturas celulares, duas foram mais bem detalhadas: vacúolo e parede celular. Vale observar a interação feita pelo estudante entre as duas: *“Aí tem o vacúolo também, que é esse aqui. Que ele é bem característico da célula vegetal e ele ocupa um grande espaço na célula. E ele tipo guarda líquido lá dentro.... Porque a célula vegetal ela geralmente é de árvore, essas coisas assim, e elas não se movimentam. E aí ele fica, tipo guarda água e alguns sais minerais, algumas coisas assim, pra tipo se acontecer uma seca, ele, a árvore ter como se manter. E, também, a parede celular que é responsável por causa disso, porque ela é tipo para proteger a célula, porque tipo se a célula tiver... a árvore vamos supor, ela tá lá dentro do rio, tipo ela tava lá e daí choveu muito e ela ficou tipo que alagou, ela ficou cheia de água em volta dela. Ela não tem como sair de lá porque ela fica no chão lá grudada, aí tipo*

a parede celular é responsável pra proteger disso... Mas mesmo com a parede celular, ele mantém tipo a... permeabilidade seletiva”.

Porém, as células não foram os únicos modelos impressos. Foi realizada a impressão de duas mitocôndrias, dois cloroplastos e um centríolo em escala aumentada. Considerando que foram organelas que trouxeram muitas dúvidas para o estudante, ao longo da pesquisa, acreditou-se que seria melhor que o estudante tivesse acesso a mais esse material.

Todas essas estruturas foram trabalhadas e finalizadas na atividade anterior, além de disponibilizadas para inclusão nesse momento. O foco principal foi no acabamento de uma das mitocôndrias. O estudante, como citado anteriormente, escolheu a cor branca para sua representação. Porém, por se tratar de uma organela mais complexa, resolveu-se incluir a representação de outras características, como o contorno das cristas, a matriz mitocondrial, os ribossomos e o DNA. Uma característica interessante é que o estudante fez essa adaptação em conjunto com outra estudante, utilizando, também, a caneta 3D para construir a fita do DNA. O resultado da finalização dessas peças pode ser observado a seguir na figura 18:

Figura 18 – Mitocôndrias em escala aumentada



Fonte: Acervo da pesquisadora.

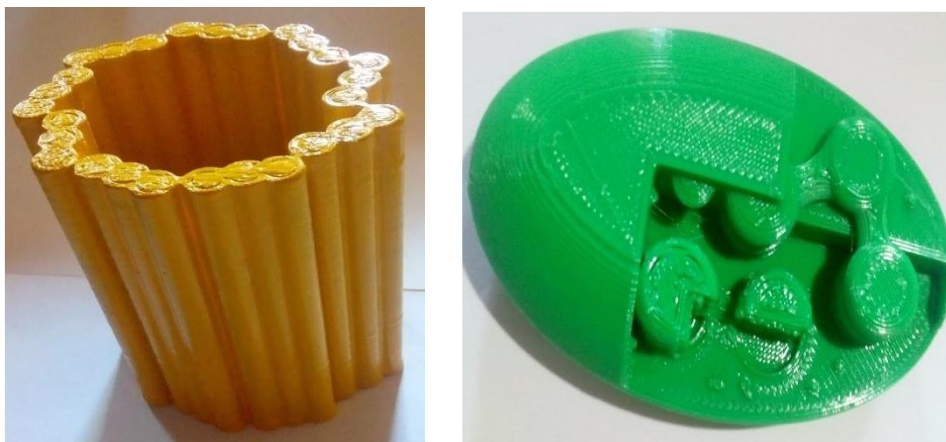
Quando o estudante utiliza o modelo concreto da mitocôndria, para a explicação, faz uma comparação interessante entre a matriz mitocondrial e o citoplasma das células: *“Esse aqui é a mitocôndria... Aí aqui tem o DNA, e ela tipo, essa aqui ficou bem massa. E ela é responsável pela energia da célula e tem bastante”. Então, o estudante pega o modelo celular e indica “...ele é o citoplasma,*

esse azulzinho de dentro, que é o mais clarinho. E aí também ele é encontrado aqui ó, nesse azulzinho, o citoplasma, nessa mitocôndria. Ela é quase tipo uma célula mesmo. No dia que a gente tava fazendo eu confundi também”.

Isso mostra que a representação o ajudou com a dificuldade de visualização que o estudante possuía em relação ao citoplasma anteriormente. Outras estruturas que causavam confusão no início eram o centríolo e o cloroplasto. Porém, ao se desenvolver os modelos, em escala aumentada, ele conseguiu identificar corretamente o formato característico de cada estrutura, facilitando a aprendizagem do conceito.

O estudante utilizou os modelos abaixo (Figura 19) para trazer a função de fotossíntese que os cloroplastos exercem nas células vegetais e explicou, inclusive, os componentes de sua estrutura, citando as “moedinhas”. Uma curiosidade é que o centríolo foi uma das estruturas favoritas do estudante e, no início das atividades, nem sabia da sua existência. Apesar de ter continuado com dificuldade de lembrar o nome da estrutura, explicou que era responsável pela divisão celular e associou a cor amarela e sua característica estrutural como “pauzinhos”, que formam uma espécie de “estrela”.

Figura 19 – Centríolo e Cloroplasto em escala aumentada



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ao final de toda a explicação e interação com o estudante, foi solicitado que ele descrevesse quais pontos acreditava que os modelos em 3D contribuíram e quais atrapalharam no processo de aprendizagem, caso houvesse: *“Ah... então, atrapalhar acho que não teve nada assim que atrapalhou. Nas cores, tipo eu achei muito massa, ficou bem diferente, porque geralmente o povo pegava e colocava tudo com as cores*

bem parecidas. Tipo, o fundo ficava verde, daí ficava parecendo que era uma coisa só, toda verde... Em 3D é tipo bem melhor de você perceber como que é. Tipo o formato, tudo... às vezes se você não tá identificando muito bem, você pode encostar, então, tipo é bem melhor.... Quando eu tava desenhando, minha mãe que tava me ajudando, porque eu não tava enxergando muito no desenho lá da internet. Aí ela ficava falando esse é tal, esse você tem que fazer assim e assim, aí tipo quando eu cheguei com a 3D, tipo eu fui mostrar pra ela, ela tava até identificando como que era, porque ela tava me ajudando no dia”.

Ficou claro que o estudante acredita que a representação dos modelos, segundo suas demandas, fez diferença, pois as imagens costumam ter cores sempre muito parecidas, o que dificulta a diferenciação das estruturas, por visualizar “uma coisa só”. Isso foi nítido quando o estudante foi explicar sobre o Complexo Golgiense, utilizando os modelos. Por um momento, ele ficou na dúvida de qual era a estrutura, mas ao tatear o modelo em 3D, teve segurança para explicar: *“Tem o formato, que dá pra gente analisar dá pra gente tocar quando não tiver identificando. Agora no desenho tipo você tem os formatos, mas se o desenho for pequeno, os formatos vão ficar tudo meio parecido tipo o.... esse daqui o rugoso com o golgi, fica parecido no desenho, daí as vezes ainda usa a mesma cor, daí você olha e pensa que é tudo a mesma coisa. Porque ficam bem próximas”.*

O estudante foi questionado se ele acreditava saber mais sobre Biologia depois de todas essas etapas em comparação com o início da pesquisa e ele respondeu: *“Sim. Antes eu só identificava o núcleo”.* Então, lhe foi perguntado o que mudou em sua percepção: *“Ah, eu identifico o núcleo, o nucléolo. Eu sei que dentro do nucléolo tem o DNA e o RNA. Tipo, eu sei da parede celular e da membrana plasmática. Acho que eu sei bastante assim. Tá bem melhor do que antes”.*

Um fator que foi determinante para essa evolução da aprendizagem foi o protagonismo do estudante na produção das células. Talvez, se a equipe apenas entregasse modelos concretos prontos para o estudante utilizar nas etapas, esse material não traria tanto significado para ele. Então, foi perguntado se ele acreditava que essa abordagem tenha sido determinante em sua evolução: *“Ah, eu acho que sim. Porque tipo as cores e essas coisas, tipo ter errado pra depois ver o que que a gente errou, tipo é um aprendizado acho que mais, tipo... você vê mesmo o que fez de errado. Então acho que o aprendizado é melhor”.*

É claro que o estudante ainda apresenta dificuldade com alguns conceitos, como o de vírus. Porém, é justificável que esse conceito não tenha tido grandes evoluções, já que não foi possível representá-lo com modelos concretos. As confusões com o processo de digestão celular também aparecem ao nomear as estruturas, mas quando são abordadas dentro de um contexto, o estudante é capaz de desenvolver um raciocínio correto. Talvez, pelo formato e cores dos lisossomos e peroxissomos serem parecidos, causou certa confusão ao estudante. Apesar disso, ao final, ele entendeu que o peroxissomo está ligado à desintoxicação da célula vegetal.

Acreditava-se que o fato de o *workshop* ser preparado totalmente pelo estudante resultaria em uma apresentação mais simples. Porém, ele fez toda uma trajetória de sua aprendizagem, utilizando os materiais desenvolvidos durante as atividades e contextualizando satisfatoriamente as funções das estruturas, apesar de apresentar alguns poucos problemas com as nomenclaturas.

Este resultado é semelhante ao encontrado por Cardinali e Ferreira (2017), em que seus estudantes fizeram uma comparação do seu conhecimento antes e depois do uso dos modelos concretos e demonstraram satisfação e bem-estar por terem participado do processo de criação, o que resultou em uma aprendizagem contextualizada e significativa. Sem essa significação, os alunos continuariam apenas memorizando as informações sem contextualizarem o seu aprendizado.

Por fim, fica claro que o estudante lembra as explicações dos cursos e associou bem os conceitos com os formatos e cores das organelas. A memória auditiva e o tato parecem ser as bases para o aprendizado dele. Além disso, quando se inserem as estruturas, em contextos cotidianos, nas explicações, o estudante parece entender melhor. O mais importante é que ele consegue transmitir esse conhecimento na sequência e tem mais segurança ao responder os questionamentos feitos pela equipe.

4.5 A EVOLUÇÃO CONCEITUAL

Esta seção se destina à comparação das análises realizadas por meio das respostas atribuídas pelo estudante nas questões dos questionários 1 e 2. Apesar de se ter identificado uma evolução nítida ao longo de todas as atividades, sobretudo, na apresentação feita pelo estudante em seu *workshop*, entende-se ser fundamental a análise através do mesmo instrumento utilizado na etapa dos conhecimentos prévios.

Inclusive, a própria UEPS estipula, no passo 7, que seja realizada uma Avaliação Somativa do estudante.

O questionário 2 (Apêndice B) foi construído de forma a contemplar os mesmos temas do questionário 1 (Apêndice A), porém com questões mais elaboradas do que as apresentadas anteriormente. Antes de estabelecer um panorama da comparação das análises, é interessante apontar as observações feitas ao longo das respostas das oito questões desta última avaliação.

Na primeira questão foi questionado qual era o novo conceito que o estudante possuía em relação à célula, após toda a intervenção feita. Percebe-se que ele sabe como funciona a organização biológica e que a célula é a formadora do organismo como um todo. Inclusive, agora, o estudante é capaz de acrescentar as classificações quanto aos tipos de célula, em procarionte/eucarionte, unicelular/pluricelular e animal/vegetal. Esse conceito é o esperado para que se possa entender a organização biológica da vida. Resumindo, ele agora possui a visão macro, necessária para entender conceitos mais complexos.

A temática vírus foi o assunto abordado pela segunda questão, que mais uma vez se mostrou um problema para o estudante. A pequena evolução que o estudante apresentou pode ser o reflexo da falta de um modelo concreto para servir de base na contextualização do conceito de vírus, afetando o entendimento final do estudante. Esse conceito foi trabalhado totalmente, de forma teórica, assim como acontece, normalmente, em sala de aula. Apesar de o enfoque da pesquisa ser a biologia celular, trouxe-se esse conceito durante as aulas, por diversas vezes. Isso mostra que os conceitos trabalhados junto de um modelo concreto foram mais aproveitados pelo estudante.

Na sequência, tem-se a terceira questão, que trata da identificação das estruturas de uma célula. Um fato a ser ressaltado é que o estudante utilizou seu modelo concreto, principalmente, para identificar a membrana celular. Ressalta-se que essa estrutura era bem problemática no início das atividades. A primeira parte da questão abordava sobre a função da membrana plasmática. Esse era o único conceito que o estudante se apropriava no questionário 1, apresentando apenas problemas de nomenclatura. Assim, nessa nova análise, ele alcançou a definição completa.

A segunda parte da terceira questão questionava onde se encontra o material genético. Mesmo o material genético tendo sido trabalhado, principalmente, no conceito de núcleo, o estudante lembrou de mais dois locais, se equivocando,

contudo, sobre a localização do terceiro. Por fim, o estudante não teve problemas em responder que as organelas ficam mergulhadas no citoplasma. A representação dessa estrutura, em formato 3D, foi muito importante para o estudante, pois em imagens ele não conseguia visualizar em função de sua característica gelatinosa representada com cores muito claras.

Aproveitando a última parte, da questão anterior, se utilizou a quarta pergunta para indagar sobre o que era o citosol. Ele teve problemas para lembrar no início e associou, em um primeiro momento, em função da semelhança de nomenclatura com o citoplasma. Porém, ao final do questionário, conseguiu complementar sua resposta, alcançando o conceito correto.

A questão cinco tratava das relações entre membrana plasmática, núcleo e citoplasma. O estudante respondeu exatamente o que se esperava sobre ser a representação principal para identificação de uma célula. No início da pesquisa, ele só lembrava do núcleo e da “bordinha”, não conseguia nem mesmo identificar que era a membrana plasmática.

A sexta pergunta abordou uma situação hipotética de observação de modelos concretos de células por um estudante, de forma que este deveria descobrir se um destes modelos, selecionado para este fim, representava uma célula eucarionte animal ou vegetal. Para a questão supracitada, foram criadas quatro anotações (característica celulares), das quais o estudante deveria informar a resposta correta, que era a célula animal – “animal, pois apresenta lisossomo, mas não existe parede celular”. A questão foi corretamente respondida pelo estudante pesquisado, fato que se configura como interessante neste momento da intervenção, visto que até então, ele apresentava dúvidas sobre a função e ocorrência do lisossomo.

A sétima questão foi a mais problemática, uma vez que o estudante apresentou bastante dificuldade. Acredita-se que o formato da questão tenha prejudicado o seu desempenho. Nomenclaturas já eram um ponto problemático com o estudante e esse formato de várias ligações de nomes em uma única questão acabou tornando confuso, já que em função da Pandemia, as perguntas eram feitas pela pesquisadora em uma entrevista no *Google Meet*. Houve momentos em que o estudante respondeu os conceitos corretamente, mas confundiu no tocante à ligação. Possivelmente, em um outro formato de questão, teria um resultado melhor.

Além disso, acredita-se que o estudante confundiu excreção com secreção, pois falou o conceito certo, mas ligou ao nome errado. Ficar “indo e voltando” nos

conceitos não ajudou o estudante, que começou a se contradizer nas ligações finais. As estruturas ligadas à digestão, à secreção, à excreção e ao transporte de substâncias são mais complexas e não foram trabalhadas de forma tão aprofundada. O fato de ter sido incluído o peroxissomo ao final das atividades pode ter contribuído para essa confusão.

Assim, das doze estruturas celulares indicados, ele acertou sete dessas, sendo: membrana plasmática, citoplasma, núcleo, mitocôndrias, cloroplastos, centríolos e parede celular. As cinco que ficaram erradas foram: Ribossomos, Retículo Endoplasmático, Complexo Golgiense, Lisossomos e Peroxissomos. Apesar de o estudante responder alguns desses conceitos de forma correta, ao final acabou mudando as ligações e errando.

Por fim, a questão oito solicitava que o estudante tentasse comparar as organelas citoplasmáticas com os órgãos do corpo humano e explicar o porquê das relações. Começou com *“...acho que a mitocôndria é como se fosse o pulmão, porque ela vai fazer a respiração, mas ela também dá energia pra célula”*. Julgou-se essa relação como adequada. Na sequência se têm relações plausíveis *“...o peroxissomo é como se fosse o nosso intestino - responsável pela digestão”*. Acredita-se que tenha associado com intestino por causa da digestão. Porém, o estudante fez confusão com os sufixos, pois seria o lisossomo, que ele associa com a excreção. Ainda, *“...tá, o ribossomo eu acho que ele vai ser como se fosse o sangue porque ele vai ficar passando nutrientes pra célula inteira”*. Aqui, o estudante pensou no ribossomo como “bolinhas” soltas pela célula, comparando com hemácia e transporte de proteínas (ligação que fez na resposta da questão anterior).

Têm-se, também, duas relações que se julgam como adequadas. A de membrana plasmática *“...pode ser que nem nossa pele. Que ela faz uma proteção e tem também a permeabilidade seletiva”* e a de parede celular *“Ah... a parede celular não sei. Porque a parede celular ela é mais densa. Não sei o que do nosso corpo parece a parede celular... talvez as unhas”*. Relação interessante, apesar da parede celular estar presente apenas em células vegetais e não ter ligação com os animais. O estudante pensou na pele como revestimento (menos rígido) e para representar a parede celular, algo mais rígido e que tem característica de proteção - as unhas. Talvez, ele pudesse estar estabelecendo alguma relação com a celulose/queratina.

Por fim, fez a relação do Complexo de Golgi com os rins, com a seguinte interpretação: *“eles fazem a desintoxicação. Tipo se a gente bebe demais, alguma*

coisa assim, ele vai limpar tudo”. Aqui ele está confundindo o conceito do complexo golgiense com o do peroxissomo, e poderia ter falado do fígado com essa função. Um último conceito adequado foi o de núcleo “...*poderia ser comparado com o cérebro da gente. Porque ele meio que ele gasta energia para fazer o controle do que a célula vai fazer. Daí tipo guarda material genético e isso é onde ficam as informações da célula*”. A menção do gasto energético pode estar associada com a explicação de que as mitocôndrias precisam estar perto do núcleo, por serem responsáveis pela energia da célula.

Após a análise das novas respostas, foi realizada a classificação da evolução conceitual do estudante por meio de uma adaptação dos critérios estabelecidos por Manassero e Vázquez (2001), em três categorias: Evolução Conceitual Adequada (ECA) – respostas que expressam uma opinião adequada sobre o tema; Evolução Conceitual Plausível (ECP) – respostas que, embora não estejam completamente adequadas, demonstrem algum aspecto apropriado referente ao tema; e Evolução Conceitual Insuficiente (ECI) – respostas que não se enquadram nas classificações anteriores ou demonstrem um conceito ausente ou equivocado sobre o tema.

A evolução conceitual do estudante, em cada temática trabalhada, pode ser visualizada no quadro abaixo. Na primeira coluna se identifica o tema geral tratado nas questões (podendo ser abordada em mais de uma pergunta). Na sequência, apresenta-se o que se esperava encontrar como conceito adequado nas respostas dadas pelo estudante. Já as duas colunas seguintes se destinam a indicação das classificações das respostas, segundo os critérios indicados anteriormente, para cada questionário.

Quadro 10 – Quadro-resumo sobre a evolução conceitual do estudante

Tema	Conceitos principais	Questionário 1: Classificação do subsunçor*	Questionário 2: Indicativo da evolução conceitual para o tema**
A célula e sua organização	Unidade funcional de todos os seres vivos. Classificações: Procarionte/Eucarionte Unicelular/Multicelular	a: Inexistente c: Inexistente/ Parcialmente adequado d: Inexistente	Evolução Conceitual Adequada (ECA): o estudante possui a visão macro do conceito de célula e, então, consegue indicar todas as classificações que foram trabalhadas de forma correta.

Organelas Celulares	Organização Celular Identificação das organelas citoplasmáticas, sua localização na célula e respectivas funções.	e: Inexistente/ Parcialmente adequado f: Parcialmente Adequado/Adequado g: Inexistente/ Parcialmente adequado h: Inexistente/ Parcialmente adequado	Evolução Conceitual Adequada (ECA): identifica, localiza e conhece as funções da membrana plasmática, do citoplasma, do núcleo, das mitocôndrias, dos cloroplastos, dos centríolos e da parede celular. Evolução Conceitual Plausível (ECP): referente ao ribossomo, retículo endoplasmático, complexo golgiense, lisossomo e peroxissomo, o estudante entende os conceitos, de forma geral, mas ainda tem dificuldade para identificar as nomenclaturas.
Material Genético	Conceituação e identificação do DNA/RNA. Localização, função e importância.	j – Inexistente	Evolução Conceitual Adequada (ECA): antes o estudante relacionava apenas o DNA/RNA como material genético, mas agora consegue indicar a localização do material genético na célula, bem como sua função e importância.
Célula Animal e Vegetal	Identificação das células eucariontes Diferenciação das duas células	i: Inexistente/ Parcialmente adequado k: Inexistente	Evolução Conceitual Adequada (ECA): antes o estudante não identificava as principais diferenças entre as duas células. O problema principal de identificação da membrana plasmática/parede celular e cloroplasto/centríolo foram sanados com os modelos concretos em 3D.
Vírus	Conceituação Vírus é um ser vivo? É composto por células?	b: Inexistente	Evolução Conceitual Insuficiente (ECI): o estudante inverteu os conceitos na resposta, afirmando que o vírus possui citoplasma, mas não possui material genético. A falta de um modelo concreto para se basear parece ter sido decisiva para a não evolução conceitual.

* baseado em Vinholi Junior (2011).

** adaptado de Manassero e Vazquez (2001).

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Ressalta-se que para a coluna referente ao questionário 1 se apresentam, primeiramente, as letras correspondentes a cada questão e, na sequência, sua classificação quanto aos subsunçores. Como algumas classificações possuem um indicativo de transição, apresenta-se da seguinte forma: primeiramente, a classificação principal e, após, a “/” sua classificação de transição, caso houvesse. Esta coluna foi disposta de forma a auxiliar a visualização da evolução conceitual do processo de aprendizagem do estudante, porém, a análise completa de cada questão está detalhada no item “4.2 Conhecendo os subsunçores”.

Quanto ao questionário 2, o intuito estava em captar a capacidade do estudante para contextualizar cada tema de forma mais completa. Optou-se, então, por realizar a análise de todas as questões e agrupá-las segundo as temáticas apresentadas. Considerando que este questionário possuía um caráter mais complexo, em uma quantidade menor de questões foram avaliados os conceitos de forma mais aprofundada. Assim, realizou-se a classificação da evolução conceitual segundo o que se esperava que o estudante soubesse de cada tema.

É bastante evidente a evolução conceitual do estudante, ao se observar que no questionário inicial se apresentavam cinco subsunçores totalmente inexistentes, sem nenhum indício de transição para uma conceituação parcial. Já no questionário final, apenas o conceito de vírus permaneceu com uma classificação insuficiente. Outro fator importante é que, inicialmente, não se havia observado nenhum subsunçor completamente adequado, porém ao final do processo, os conceitos ligados aos temas trabalhados apresentaram uma evolução adequada em três dos cinco temas, constando, também, em alguns conteúdos referentes ao tema de organelas celulares, que abrange diversos conceitos.

A evolução conceitual, apesar de não ter alcançado cem por cento de êxito, apresenta uma melhoria expressiva. Tentar alcançar este êxito seria muita prepotência, mas se julga importante indicar alguns fatores que podem ter influenciado, de forma negativa, e que são passíveis de melhoria em uma próxima pesquisa. O pouco tempo disponível para desenvolvimento das atividades e a realidade vivida no contexto da Pandemia da COVID-19 são os principais pontos.

O formato pensado, inicialmente, com todos os encontros em forma presencial, possivelmente, poderia contribuir de forma mais adequada na aquisição de conhecimentos e significados por parte do estudante. Além disso, o próprio medo de expor a equipe aos encontros presenciais limitou, de forma significativa, a dinâmica das atividades. Assim, é possível que este tipo de proposta tenha mais sucesso caso seja realizado em um percurso de um semestre, durante as aulas ou no contraturno, com maior interação da equipe. Caso seja possível se deve realizar a aplicação com um público-alvo maior e com mais opções de modelos concretos impressos, considera-se que também seja o ideal.

De qualquer forma, além do ganho de conhecimento, foi nítido o aumento de confiança do estudante, que minimizou a dependência com sua professora de apoio durante as atividades, de forma que ele tenha se sentido mais confortável em tirar

dúvidas, fazer questionamentos e até seguir uma pesquisa acadêmica no contexto da impressão 3D. Essa evolução do estudante, que utiliza impressão 3D como ferramenta de aprendizagem, também foi percebida por Aguiar (2016), que em sua pesquisa afirmou que essa estimula o estudante a pensar diferente, visualizando o mundo de outra maneira. Isso ocorre perante a criação de ambientes motivadores, ao estimular uma maior autonomia no aprendizado, valorizando seus conhecimentos prévios.

4.6 PERSPECTIVA FINAL DA UEPS

Nesta última seção do Capítulo 4 da Dissertação se tratará dos últimos dois momentos da Sequência Didática. Após a análise realizada na seção anterior, correspondente ao sétimo passo da UEPS, relacionada com a avaliação somativa do estudante, foi preciso realizar a avaliação da própria UEPS (momento 12), incluindo todo o percurso metodológico, com o *feedback* do estudante e sugestão de melhorias futuras.

Apesar de ser possível encerrar o percurso neste último passo, optou-se por realizar uma etapa adicional de *feedback* ao estudante (momento 13), já que ao se analisar as respostas do estudante no Questionário 2, foi possível notar a presença de alguns equívocos referentes ao conteúdo de Biologia celular tratado. Julgou-se essa etapa como necessária, primeiramente, por interesse do estudante em uma devolutiva da análise, bem como para tentar reforçar esses conceitos que ainda estavam parciais. Aproveitou-se, também, para repassar ao estudante o guia virtual de impressão 3D para análise e sugestões.

4.6.1 Avaliação da própria UEPS

Foi possível observar a evolução conceitual notória que o estudante teve ao longo da UEPS, principalmente, quando se observa a comparação feita na seção anterior, dos questionários inicial e final. Considerando que todo o percurso foi relevante para este resultado, e no intuito de finalizar o processo de avaliação deste material, solicitou-se que o estudante fornecesse um *feedback* da sua percepção sobre a pesquisa. Para tanto, disponibilizou-se um formulário de avaliação via Google

Forms e, também, se fez a solicitação de gravação de um vídeo curto, contendo sua análise.

Quanto ao formulário de avaliação, existia uma série de sete questionamentos com diferentes formatos. Começou-se com a solicitação de indicação do nível de esforço feito pelo estudante, com a seguinte questão de múltipla escolha: “Seu nível de dedicação à pesquisa”. As respostas possíveis eram: fraco, moderado, satisfatório, muito bom e excelente. Obteve-se como resposta do estudante o grau satisfatório.

Passando para a questão voltada ao seu aprendizado na pesquisa, que continha três questionamentos diferentes, estruturados da mesma forma da questão anterior. A primeira: “Sua percepção sobre a aquisição de conhecimentos no início da pesquisa” teve como resposta o grau “muito bom”. A seguinte: “Sua percepção sobre a aquisição de conhecimentos ao final da pesquisa” teve uma evolução para o grau “excelente”, e por fim: “Contribuição da pesquisa, em todas as etapas, para a aquisição de seus conhecimentos”, também com grau “excelente”. Aqui, se pode deduzir que o estudante acreditava ter um conhecimento muito bom de Biologia, talvez, por ter sido aprovado nas disciplinas no Ensino Médio. Porém, foi possível verificar que o nível de retenção do conhecimento que o estudante possuía no início da pesquisa era problemático, provavelmente, resultado de uma aprendizagem mecânica.

Passando para as questões três e quatro, que estavam tratando da habilidade e receptividade dos professores/instrutores e dos conteúdos abordados na pesquisa, foram estruturados com as mesmas questões de múltipla escolha, relacionados a alguns questionamentos. As respostas poderiam ser: discordo totalmente, discordo, não sei, concordo ou concordo plenamente. O resultado de cada item está apresentado a seguir, no quadro 11:

Quadro 11 – Respostas das questões 3 e 4 do formulário de avaliação da UEPS

Questionamento	Resposta do Estudante
Os instrutores foram palestrantes/demonstradores eficientes	Concordo
As apresentações foram claras e organizadas	Concordo
Os instrutores estimularam o seu interesse	Concordo
Os instrutores fizeram bom uso do tempo durante a pesquisa?	Concordo plenamente
Os instrutores foram acessíveis e prestativos	Concordo
A avaliação foi consistente e ofereceu resultados úteis	Concordo
Os objetivos da pesquisa foram claros	Concordo plenamente

Os conteúdos abordados foram organizados e bem planejados	Concordo
A carga horária das atividades foram apropriadas	Concordo plenamente

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para delimitar, de forma mais exata, os pontos que mais agradaram ao estudante na pesquisa se fez a solicitação de que indicasse três aspectos principais em uma questão aberta. O estudante respondeu que o que mais o agradou foi observar o material pronto, as aulas ofertadas e os cursos de impressão 3D (EAD/IFMG) e de acessibilidade com uso da impressão 3D (EAD/IFRS).

Na sequência foi utilizado o mesmo formato para solicitar que o estudante indicasse três aspectos que, na visão dele, pudessem contribuir para uma próxima pesquisa. A resposta foi bastante positiva para a equipe, já que em um contexto geral seria apenas a continuação da pesquisa de forma mais detalhada, visto que o estudante indicou o seguinte: *“Mais aulas presenciais, mais cursos sobre Biologia e Impressão 3D, ter mais tempo de curso no total”*.

Apesar de saber que o contexto pandêmico prejudicaria o planejamento com os encontros presenciais e dificultaria o desenvolvimento de algumas atividades, a equipe entendeu que o objetivo da pesquisa foi cumprido. Porém, o importante era saber a opinião do estudante. Então, a última questão envolve o questionamento quanto ao seu grau de satisfação após finalizar todas as atividades da pesquisa, de forma que ele pudesse escolher entre: completamente satisfeito, parcialmente satisfeito e insatisfeito, o estudante escolheu a primeira resposta.

Após esse momento, o estudante gravou um vídeo curto com uma declaração sobre sua participação na pesquisa. Ele contou sobre o que mais gostou nas atividades, frisando as aulas que foram ofertadas pela equipe, os cursos a distância que foram indicados para que fizesse e o curso presencial de impressão 3D. Citou também o quanto considerou interessante a interação com os materiais e a atividade de acabamento dos modelos concretos, na parte de lixar e pintar as células.

Por fim, considerando a importância desse *feedback* para essa e outras pesquisas futuras, se faz a transcrição de uma parte da fala do estudante que se acredita validar a percepção de que essa pesquisa obteve resultados bastante significativos: *“...Além dos cursos e tudo isso, ver a célula pronta depois foi massa também. Porque tipo a gente viu que tinha feito um trabalho ali e investido um tempo, então ver pronto foi legal. Para reclamar eu acho que não tenho nada, porque foi um trabalho massa dos professores e*

tipo foi uma participação muito boa... E, também, acho que essa célula depois que ela tiver pronta e alguém quiser pegar para estudar, aí fazer, dar aula com ela, tipo com algum aluno ou com pessoa que precise, vai auxiliar bem. Porque ela... quando eu tava utilizando ela, eu consegui entender bem. Tipo, apesar de eu ter desenhado ela no papel primeiro, essa interação de papel e depois o professor corrigindo foi bom pra mim também aprender, mas tipo utilizar a célula 3D vai ser bom pra aprender mesmo. Porque, tipo, você vai estar tocando, não vai estar só ali no papel, você vai mudar meio que o contexto também da aprendizagem, e tipo pra quem não enxerga nada também é uma maravilha”.

4.6.2 Feedback ao estudante

Como dito anteriormente, essa não era uma etapa necessária, mas a equipe decidiu que fosse interessante concluir o processo de aprendizagem do estudante da melhor forma possível, contribuindo para uma aprendizagem realmente significativa. Considerando a trajetória do estudante e a evolução conceitual, que apresentou em pouco tempo, foram poucos os conceitos parciais que restaram. Assim, foi possível identificar pontos específicos que precisavam de complementação.

Ao entrar em contato com o estudante, ele demonstrou estar interessado em participar desse momento de *feedback*. Então, a equipe preparou um material simplificado contendo apenas os conceitos de vírus e das organelas ligadas aos processos de síntese de proteínas, de secreção, de digestão e de desintoxicação celular: complexo golgiense, retículos endoplasmáticos, lisossomos, ribossomos e peroxissomos.

A aula foi realizada a distância, via *Google Meet*, e o estudante participou com seus modelos concretos em mãos para auxiliar na identificação das estruturas. Ao longo das falas se mostrou mais confortável para fazer perguntas e retirar algumas dúvidas. Pela quantidade de conceitos a serem tratados neste momento, em relação a todo o conteúdo anterior, foi possível dar mais atenção e explicar de forma mais detalhada. Assim, acredita-se que os equívocos possam ter sido sanados de forma satisfatória.

No fim desse último momento da UEPS, devem ser enfatizados resultados bastante satisfatórios por parte do estudante, por duas conquistas recentes - a aprovação de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com uma temática voltada à impressão 3D no contexto inclusivo e sua aprovação no curso superior do IFMS, em Engenharia Mecânica.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

Construir um produto educacional no âmbito da pesquisa de mestrado tem como objetivo apresentar uma proposta que vise a superação de um problema importante, muitas vezes, “deixado de lado” por vários fatores, como: recursos, tempo, interesse e conhecimento. É nesse sentido que se construiu uma UEPS que utiliza modelos concretos confeccionados na impressora 3D, que possa ser publicizada como material de apoio pedagógico para docentes que lecionam conteúdos de Biologia celular para estudantes com deficiência visual, bem como com vistas a possíveis formações continuadas no contexto do uso desta ferramenta e na criação de materiais didáticos inclusivos em qualquer disciplina.

O material pedagógico é composto por duas partes. A primeira se refere a um guia virtual de impressão 3D, que serve de suporte à proposta principal desta pesquisa. Este guia foi pensado no intuito de alcançar dois objetivos: auxiliar o docente na incorporação do estudante ao mundo da impressão 3D e incentivar a busca por conhecimento voltado ao uso desta ferramenta na área do Ensino, para aqueles que não conhecem sua potencialidade.

A segunda parte consiste na UEPS, utilizada ao longo da pesquisa. Esta Sequência Didática é voltada para o ensino de Biologia celular a estudantes com deficiência visual, utilizando modelos celulares impressos em 3D. A UEPS consiste no produto principal desta pesquisa, podendo ser observado, de forma completa, no Apêndice G.

5.1 GUIA VIRTUAL DE IMPRESSÃO 3D

Este guia foi idealizado como forma de auxiliar os docentes e estudantes a conhecerem a impressão 3D de forma mais acessível. Apesar de não esgotar o conhecimento necessário ao desenvolvimento de materiais didáticos, com essa ferramenta, serve como uma base para entender seu funcionamento e aplicações possíveis. Além disso, o guia foi desenvolvido com foco na inserção de diversas funcionalidades inclusivas, com o intuito de atender o máximo de pessoas possível.

Desenvolvido, de forma colaborativa, entre os *Campus* Campo Grande e Coxim do IFMS, esta página web interativa foi construída, principalmente, utilizando o HTML, *Hyper Text Markup Language*, que permite a formatação e exibição dos conteúdos

para os navegadores, a CSS, *Cascading Style Sheet*, utilizada para definir a apresentação (aparência) em páginas da *internet* e o *Javascript*, que é uma linguagem de programação responsável por deixar a página com mais movimento e capaz de atualizar elementos de forma dinâmica.

O guia está disponível, por meio do *link*: <http://www.innovatione.com.br/guiavirtual/contato.php>, que também pode ser acessado por meio do QR Code disponível no Produto Educacional (Apêndice G). Na página inicial foi priorizada a indicação de uso da acessibilidade do *site*, com mudanças de tamanho da fonte dos textos, contraste das cores, possibilidade de uso do *software* VLibras para transcrição das palavras, leitor de texto e transcrição dos vídeos no *Youtube*.

Na aba de guias virtuais são apresentados diversos conteúdos, desde a história da impressão 3D, os aspectos gerais da ferramenta, suas tecnologias, finalidades, tipos de impressoras, materiais, *softwares* de modelagem e fatiamento das impressões, entre outros. Nesta aba também é possível acessar a UEPS desenvolvida nesta pesquisa e acessar um glossário dos termos técnicos. Alguns vídeos instrutivos sobre o processo de impressão 3D e a adaptação dos modelos impressos, gravados durante o desenvolvimento das atividades desta pesquisa, também estão disponíveis em uma aba específica.

5.2 UEPS INCLUSIVA

Busca-se com este material uma possível alternativa de superação das barreiras encontradas pelo estudante participante, que possui deficiência visual no contexto do aprendizado de conceitos de Biologia, mais especificamente na Biologia celular. A construção desta ferramenta foi pautada na ideia de tentar sobrepujar as dificuldades que estudantes com deficiência visual possuem em um conteúdo abstrato e tão “visual”. Como já apresentado anteriormente, a disciplina de Biologia, em especial, a Biologia celular possui conceitos que dependem muito da imaginação daquele que a pretende estudar. Normalmente, são utilizadas imagens e estudos microscópicos para auxiliar os estudantes nessa assimilação. Porém, o estudante que possui deficiência visual não consegue, de forma geral, se apropriar com eficiência desta metodologia.

Como alternativa para este fato, foram construídos, em conjunto com o estudante, modelos celulares em 3D durante a aplicação da Sequência Didática. A intenção foi, também, explorar a habilidade tátil do estudante. Os modelos concretos foram construídos em impressoras 3D, que além do baixo custo, permitem a confecção de modelos com acabamentos e tamanhos variados, possibilitando uma experiência sensorial mais adequada e adaptação do material segundo as demandas do estudante. Este fato ocorre em função da adaptabilidade dos desenhos para impressão, em que é possível determinar características de cada repartição das células.

Assim, indica-se a utilização de uma UEPS fundamentada na TASC, que pode servir como material de apoio no processo de ensino e aprendizagem do estudante com deficiência visual. Apesar de neste momento ter sido desenvolvida com conceitos da Biologia celular se tenta desenvolver o material de forma a permitir que seja adaptado para qualquer disciplina de interesse dos docentes.

A base da UEPS segue os oito passos estipulados por Moreira (2011), porém em função da característica inclusiva e inovadora desta pesquisa, foram incluídos mais alguns momentos, conforme foi descrito no “Quadro 4 – UEPS: cronograma de encontros, passos, formato e atividades” de metodologia (Item 3.4). Essa possibilidade abre margem para que os docentes interessados nesta metodologia possam adaptar suas Sequências Didáticas consoante à realidade que estão inseridos, utilizando este material como um modelo, mas não como um produto imutável.

O material foi criado utilizando a ferramenta *Canva*, uma plataforma de *design* gráfico que possui diversos *templates* e recursos para desenvolvimento de mídias sociais, apresentações e outros conteúdos visuais. Optou-se por utilizar esta ferramenta na busca de um material mais atrativo e que desperte o interesse dos leitores. Mesmo com esse interesse são levadas em consideração algumas questões aprendidas com o estudante sobre os contrastes de cores, de fontes e de tamanhos, de resolução das imagens, para que seja mais acessível.

Sabendo de limitações quanto a tornar este material totalmente adaptado às demandas de todos que tenham interesse em acessá-lo, este foi disponibilizado em uma aba específica da página *web* citada anteriormente, de forma que as ferramentas de acessibilidade disponíveis no *site* complementem o suporte necessário aos usuários.

O material é composto por uma apresentação da proposta e seu contexto de aplicação, introdução, objetivos, caracterização da UEPS à luz da TASC, indicação do guia virtual de impressão 3D e materiais complementares sobre todo o processo de criação dos modelos concretos, descrição dos momentos da UEPS com sugestões de atividades, uma síntese dos encontros, considerações finais e referências.

Por fim, considerando as necessidades apontadas e a responsabilidade social que o IFMS possui, a ideia é conseguir expandir o uso deste produto educacional para outras instituições que atendem este público-alvo. Sendo assim, além do desenvolvimento do produto junto ao estudante do IFMS, no *Campus* Campo Grande, disponibiliza-se todo o material de forma *online*, por meio da página web, para dar publicidade ao material de apoio pedagógico desenvolvido, podendo ser utilizado por outras instituições e/ou estudantes nas condições aqui citadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo se buscou responder a seguinte questão de pesquisa: a utilização de modelos concretos, desenvolvidos em impressoras 3D e aplicados em uma Sequência Didática, pode favorecer a evolução conceitual de biologia celular em estudantes com deficiência visual?

Além disso, a pesquisa que se propôs neste trabalho teve como objetivo geral de investigar as contribuições da utilização de modelos concretos desenvolvidos por meio da impressão 3D em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, para verificar a evolução conceitual de conteúdos de Biologia celular em estudantes com deficiência visual.

Para responder à questão de pesquisa e cumprir com o objetivo estabelecido foram buscados fundamentos encontrados na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), a qual orientou este estudo.

Ao longo de toda a trajetória desta pesquisa se acredita ter cumprido o objetivo principal do trabalho, uma vez constatada uma nítida evolução conceitual dos conteúdos de Biologia celular que foram abordados com o estudante. Além disso, essa aprendizagem foi verificada com base em uma Aprendizagem Significativa Crítica, ao se analisar toda a sequência de atividades desenvolvidas.

Esta aprendizagem, com auxílio dos modelos tridimensionais, não se limita ao simples contato do aluno com o material impresso, mas também ao desenvolvimento do pensamento crítico. A Sequência Didática estimula que o aluno busque soluções para seus problemas de forma mais independente, ao tornar as atividades gradativamente mais complexas, maximizando o protagonismo do estudante na busca de seu próprio conhecimento.

O fato de incluir o estudante em toda a etapa de criação do material, passando por falhas e melhorias, faz toda a diferença, como foi destacado em seu próprio *feedback*. É uma oportunidade de crescimento do estudante, ampliando a motivação e dando significado ao processo de ensino e aprendizagem. Ainda, a aprendizagem pelo erro, princípio da TASC, utilizado ao longo das atividades, proporciona o desenvolvimento de soluções mais sofisticadas e permite trabalhar a timidez/introspecção, tão presente em estudantes com algum tipo de deficiência. Esse princípio permite desconstruir a ideia de que errar é ruim, dando mais abertura para que o estudante exponha suas ideias, entendimentos e dúvidas.

Ao serem abordados conteúdos como o de “vírus”, que não possuía um correspondente modelo tridimensional para interação e que não apresentou uma evolução conceitual por parte do estudante, foi possível comprovar a contribuição de incluir o sentido tátil na ampliação do ‘olhar’, da ‘leitura’ e a interpretação de informações pelo estudante. Além disso, é nítido o maior interesse pelos conceitos ligados aos modelos tridimensionais que foram desenvolvidos, pois torna o processo mais dinâmico e quebra barreiras visuais que ele enfrentava anteriormente com outros materiais utilizados com frequência, em salas de aula, como livros texto e imagens microscópicas.

Pensando no contexto da Educação Profissional e Tecnológica, quebrar essas barreiras não se resume apenas em um direito do estudante, mas se mostra de fundamental importância em função de sua condição de preparação não só para a vida acadêmica, como para o mundo do trabalho. Levando em conta essa preparação para o futuro, a utilização destes materiais é indispensável a partir do momento que coloca os estudantes que possuem algum tipo de deficiência em pé de igualdade com os demais na assimilação dos conhecimentos necessários durante sua vida acadêmica e profissional.

Além dos objetivos indicados nesta pesquisa, alguns resultados que eram esperados se concretizaram ao longo das atividades. A efetiva inclusão do estudante com deficiência visual, que participou ativamente de todas as etapas da pesquisa, apresentou uma grande evolução em sua habilidade comunicacional e de interação com os membros da equipe. A experiência com impressão 3D se mostrou tão exitosa que o estudante desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso na mesma temática inclusiva e chegou a operar sozinho uma impressora 3D.

Quanto aos resultados do Produto Educacional se propôs construir um material inclusivo de apoio pedagógico, que fosse realmente efetivo. Assim, tomou-se cuidado para dar suporte para a proposta da UEPS, adicionando o guia virtual de impressão 3D, para que a falta de conhecimento da aplicação desta ferramenta não seja um fator desestimulante para o seu uso. Ainda que esta Sequência Didática seja vista como um modelo na proposição de atividades, visando melhoria do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes com deficiência visual, e não como um material estático que deve ser seguido à risca, uma vez que as adaptações podem e devem ser realizadas para atendimento das demandas de cada docente e discente e/ou para se adequar ao contexto em que estiverem inseridos.

Por fim, considera-se que o ideal seja que essas práticas ultrapassem os muros das escolas e sejam aplicadas nos demais setores da sociedade, ao longo de toda vida daqueles que possuem alguma limitação. Entende-se a necessidade de levar este tipo de pesquisa para um público maior e, apesar da pretensão inicial, não foi possível testá-lo fora do IFMS, em função de condições impostas pela Pandemia. Porém, para pesquisas futuras seria interessante expandir sua aplicação. Ainda, em decorrência da escassez de trabalhos encontrados ao longo desta pesquisa, se espera que esta sirva de inspiração e estímulo visando o aumento de pesquisas com esta temática.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.
- ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, maio 2013.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Paralelo, 2003. ISBN 972-707-364-6.
- BARROS, Tânia Aparecida de. **Caminhos para inclusão**: Flexibilização, adaptação e adequação escolar. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Maringá, 2016, v. 2. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_edespecial_uem_taniaaparecidadebarros.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Oficial, 1988.
- BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. Lei de Diretrizes e Bases da Educação-LDB. **Diário Oficial da União**. Brasília, 20 dez. 1961.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**. Brasília, 06 jul. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, 2008a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducspecial.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008**. Brasília, 2008b. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html. Acesso em: 30 nov. 2019.
- BUEHLER, Erin *et al.* Investigating the implications of 3D printing in special education. **ACM Transactions on Accessible Computing**, v. 8, n. 3, p. 28, 2016.
- CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto; MIRANDA, Nonato Assis de; VERASZTO, Estéfano Vizconde. Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha v. 8, p. 98-122, 2009.

CANESSA, Enrique; FONDA, Carlo; ZENNARO, Marco. **Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development**. ICTP—The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, 2013. ISBN 9295003489.

CARDINALI, Sandra Mara Mourão; FERREIRA, Amauri Carlos. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: Um desafio ético. **Revista Benjamin Constant**, n. 46, p. 1-10, 2017.

CHEN, Chengpeng *et al.* Evaluation of 3D Printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. **Analytical Chemistry**, v. 86, n. 7, p. 3240-3253, 2014.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 14-34, 2016.

FRANCO, Sergio. Entenda o que é *lockdown* e a importância durante a Pandemia da COVID-19. Sérgio Franco Medicina Diagnóstica, 2021. Disponível em: <https://sergiofranco.com.br/saude/lockdown>. Acesso em: 12 mar. 2021.

FERRARI, Ana Lya Moya *et al.* Impressão 3D e Tecnologia Assistiva: um estudo de análise da produção científica nos últimos dez anos. **Human Factors in Design**, v. 8, n. 16, p. 51-63, 2019.

FERREIRA, Rejane Gomes; MEDEIROS, Isandra de França. **Educação inclusiva na educação profissional e tecnológica**: Vislumbrando desafios possíveis. Diálogos sobre Inclusão. 2019, p. 113-121, v. 2.

FLORINDO, Girlane Maria Ferreira; NASCIMENTO, Franklin Costa do; SILVA, Neide Samico da (orgs.). **Educação profissional e tecnológica inclusiva**: Um caminho em construção. Brasília: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, 2013.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL - IFMS. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Campo Grande, 2018.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL - IFMS. **Regimento Interno do IFMAKER** - Espaço de Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL - IFMS. **Regulamento do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas - NAPNE**. Campo Grande, 2016.

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland (org.). **Vendo com as mãos, olhos e mente: Recursos didáticos para laboratório e museu de educação matemática inclusiva do aluno com deficiência visual**. Niterói: CEAD/UFF, 2016.

MANASSERO, Maria Antônia; VÁZQUEZ, Alonso Ángel. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 20, p. 15-27, 2001.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2015.

MARTÍN, Manuel Bueno; BUENO, Salvador Toro (coords.). **Deficiência visual: Aspectos psicoevolutivos e educativos**. Tradução de Magali de Lourdes Pedro. São Paulo: Livraria Santos, 2003.

MASINI, Elcie Fortes Salzano. A educação do portador de deficiência visual: As perspectivas do vidente e do não vidente. **Em Aberto**, Brasília, v. 13, n. 60, p. 61-76, out./dez., 1993.

MASINI, Elcie Fortes Salzano. A facilitação da aprendizagem significativa no cotidiano da educação inclusiva. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, p. 53-72, 2011.

MEIRA, Luciano. Análise microgenética e videografia: Ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva. **Periódicos Eletrônicos em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 59-71, dez. 1994.

MENDES, Katiuscia Aparecida Moreira de Oliveira. **Educação especial inclusiva nos institutos federais de educação, ciência e tecnologia brasileiros**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa crítica**. Publicada também em Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, n. 6, p. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 2. ed. Porto Alegre, 2010. ISBN 85-904420-7-1.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa subversiva**. Série Estudos. Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, jun. 2013. ISSN 2318-1982. Disponível em: <http://www.serie-estudos.ucdb.br/index.php/serie-estudos/article/view/289>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. **Monografia nº 10 da Série Enfoques Teóricos**. Porto Alegre. Instituto de Física da UFRGS. Originalmente divulgada, em 1980, na série “Melhoria do Ensino”, do Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior (PADES)/UFRGS, nº 15. Publicada, em 1985, no livro “Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos”, São Paulo: Moraes, 1995, p. 61-73.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna**, Espanha, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente signifivos – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MUV3DPRINT. **Quais são os materiais utilizados na impressão 3D?** Impressão 3D, 2020. Disponível em: <https://muv3dprint.com.br/materiais-impressao-3d/>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Reconhecer para libertar: os caminhos do cosmopolitanismo multicultural. Introdução: para ampliar o cânone do reconhecimento, da diferença e da igualdade. **Civilização Brasileira**, Rio de Janeiro, p. 56, 2003.

ORLANDO, Tereza Cristina *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, fev. 2009.

OSTUZZI, Francesca *et al.* +TUO project: low cost 3D printers as helpful tool for small communities with rheumatic diseases, **Rapid Prototyping Journal**, v. 21, n. 5, p. 491-505, 2015.

PALAIIO, Sueny Calazans dos Santos; ALMEIDA, Marcus Vinicius Lima de; PATREZE, Camila Maistro. Desenvolvimento de Modelos Impressos em 3D para o Ensino de Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 1-13, 2018.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 1-23, 2016.

SÁ, Elizabet Dias; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento educacional especializado: Deficiência visual**. SEESP / SEED / MEC Brasília, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf. Acesso em: 29 nov. 2019.

SILVA, Tatiane Santos; LANDIM, Myrna Friederichs; SOUZA, Verônica dos Reis Mariano. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014.

TEACHTHOUGHT. **10 Ways 3D Printing Can Be Used In Education** [Infographic]. TeachThought Staff, 19 fev. 2013. Disponível em: <http://www.teachthought.com/technology/10-ways-3d-printing-can-be-used-in-education/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; NETO, Jorge Megid. Pós-graduação e pesquisa em ensino de biologia no Brasil: Um estudo com base em dissertações e teses. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 3, p. 559-578, 2011.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. A pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. ISBN 8522402736

UNESCO. **Declaração de Salamanca**: Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais. Espanha, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2019.

VAZ, José Murilo Calixto *et al.* Material didático para ensino de biologia: Possibilidades de inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 81-104, 10 abr. 2013.

VINHOLI JÚNIOR, Ailton José. Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a aprendizagem em conceitos em botânica. **Acta Scientiarum Education**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 281-288, 2011.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZERBATO, Ana Paula; VILARONGA, Carla Ariela Rios; SANTOS, Jéssica Rodrigues. Atendimento Educacional Especializado nos Institutos Federais: Reflexões sobre a Atuação do Professor de Educação Especial. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 27, p. 319-336, jan./dez. 2021.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1

PARTE 1 – INFORMAÇÕES PESSOAIS

IFMS - *Campus* Campo Grande

Curso: _____

Semestre/Ano: _____ Idade: _____

Grau de perda da visão: _____

Com que idade foi diagnosticada a perda de visão? _____

Na sua residência existe (m) alguma (s) adaptação (ões)? _____. Quais?

Utiliza algum material adaptado em sua escola? _____ ? Quais?

PARTE 2 – CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE BIOLOGIA CELULAR

01. Considerando seus conhecimentos sobre conceitos de biologia:

- a) Existe na biologia uma discussão sobre o que é e o que não é um ser vivo. Na sua compreensão, o que determina que um ser seja considerado vivo? Por quê?

- b) Nós estamos passando por uma Pandemia causada pelo vírus da COVID-19. Na sua compreensão, esse vírus é um ser vivo ou não? Por quê?

- c) Existem seres vivos que, ao tocarmos, percebemos o quanto são grandes (cachorros, gatos, pássaros), outros que passam despercebidos (pernilongos, formigas) e os que só conseguimos perceber com o auxílio de um microscópio, como as bactérias. Há alguma diferença na classificação sobre a quantidade de células para os seres vivos citados, com tamanhos tão diferentes? Explique.

-
-
- d) Pneumonia e a Malária são doenças presentes em bolsões de pobreza no Brasil. A primeira é provocada por uma bactéria e a outra por um protozoário. São dois seres vivos unicelulares, mas que possuem várias diferenças entre suas células. Você sabe qual seria a principal diferença entre as células de uma bactéria e de um protozoário? Explique.

-
-
- e) Quando você imagina uma célula, quais são as partes dela que surgem na sua memória? Cite-as.

-
-
- f) A célula é um compartimento fechado ou ela estabelece trocas entre seu conteúdo interno e externo? Há alguma parte ou estrutura envolvida neste processo? Comente o que você conhece sobre isso.

-
-
- g) Toda célula tem um citoplasma. O que existe dentro desse citoplasma?

-
-
- h) Baseado na pergunta anterior, caso você conheça alguma (s) estrutura (s) que existe (m) dentro da célula, cite o (s) nome (s) e a (s) função (ões) das estruturas que você conhece.

-
-
- i) Existe uma diversidade enorme de seres vivos no planeta Terra. São diferentes na forma de locomoção, reprodução, alimentação, entre outros. Uma das diferenças mais visíveis é entre nós, humanos, e as plantas. Sob o ponto de vista da biologia celular, quais são as diferenças entre as células dos humanos e das plantas? Explique.
-
-

- j) O que você conhece sobre o material genético de uma célula? Como ele é denominado e onde ele se encontra armazenado no interior dela?

- k) Você conhece algumas células diferentes que compõem seu corpo? Em caso positivo, cite-as.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2

Considerando a aplicação da sequência didática realizada ao longo do projeto e a interação com os modelos concretos das células desenvolvidos na impressora 3D, responda as perguntas a seguir:

1. Depois do que aprendeu sobre biologia celular, descreva o que você entende por célula.

2. Os vírus apresentam citoplasma? Caso apresente, existe diferença (s) entre o citoplasma presente no vírus e o que está presente em outros seres vivos? Explique sua resposta.

3. Nos modelos concretos desenvolvidos, foi possível identificar as estruturas de uma célula. A partir disso, responda:

- a) Para que serve a Membrana Plasmática?

- b) Onde encontra-se o material genético?

- c) As organelas ficam mergulhadas onde?

4. Você sabe o que é citosol? Em caso positivo, escreva o que sabe sobre esse termo.

5. Existe alguma ligação entre membrana plasmática, núcleo e citoplasma? Se sim, qual (is)?

-
-
6. Um estudante teve acesso aos modelos concretos das células eucariontes no espaço IFMaker, mas precisava identificar se aquela em sua mão era uma célula animal ou vegetal. Ele então fez algumas anotações:

I - A célula possui ribossomos;

II - A célula apresenta lisossomo;

III - A célula apresenta retículo endoplasmático;

IV - A célula tem apenas membrana plasmática como envoltório.

Considerando as características apresentadas pelo estudante, indique que tipo de célula ele observou e justifique:

a) vegetal, pois não apresenta parede celular;

b) vegetal, devido à presença de lisossomo;

c) vegetal, já que possui retículo endoplasmático;

d) animal, pois apresenta lisossomo, mas não existe parede celular;

e) animal, devido à presença de ribossomos, que são exclusivos desse tipo de célula.

7. Faça a ligação entre os termos apresentados de “A” à “L” com suas respectivas descrições:

A- Membrana Plasmática

B- Citoplasma

C- Núcleo

D- Ribossomos

E- Retículo Endoplasmático

F- Complexo Golgiense

G- Lisossomos

H- Peroxissomos

I- Mitocôndrias

J- Cloroplastos

K- Centríolos

L- Parede Celulósica

() Presente nas plantas.

Realizam o processo de fotossíntese.

() Onde se localiza o material genético.

() Responsável pela fabricação de proteínas.

() Produz energia para a célula através do processo de respiração que executa.

() Executa a desintoxicação de álcool e decomposição do peróxido de hidrogênio.

() Controla a entrada e saída de substâncias.

() É formado por celulose e tem a função de proteger e dar forma para a célula vegetal.

() Possui a capacidade de degradação de partículas, realizando a digestão intracelular.

() Auxiliam na divisão celular e na formação dos cílios e flagelos.

() Possui aspecto gelatinoso, também chamado citosol, onde se encontram as organelas.

() Armazena e faz a secreção das proteínas

produzidas no retículo endoplasmático rugoso.

() Têm função de síntese e transporte de várias substâncias.

8. Baseado na sua resposta anterior, compare as organelas citoplasmáticas com os órgãos do corpo humano. Explique o porquê da comparação e tente estabelecer quais relações você observa entre organelas das células e os órgãos do corpo.

APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA INICIAL COM O ESTUDANTE E PROFESSORA DE APOIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE

IFMS - *Campus* Campo Grande

Curso: _____

Semestre/Ano: _____ Idade: _____

2 PERGUNTAS AO ESTUDANTE

- Sua baixa visão é congênita (nascimento) ou adquirida? No caso de ser adquirida, o que causou?

- Grau de perda da visão: _____
- Com que idade foi diagnosticada a perda de visão? _____
- Qual (is) tipo (s) de material (is) não consegue utilizar ou tem dificuldades?

- Qual (is) tipo (s) de material (is) prefere utilizar?

- Existe alguma cor que não consegue identificar?

- Qual (is) cor (es) facilita (m) sua leitura, identificação de figuras etc.?

- Utiliza mais o tato ou a audição para compensar a baixa visão? _____.
Já teve contato com modelos concretos? _____. Como foi?

- Em algum momento não conseguiu desenvolver alguma atividade escolar (prática/teórica) por não ter material adequado? O que foi e em qual disciplina?

- Sempre teve professor de apoio para auxiliá-lo? _____
- Esse (s) professor (es) atende (m) apenas você?

- Solicitou algum material adaptado ou Tecnologia Assistiva em sua escola? _____. Quais?

- Gostaria de ter acesso a algum tipo de material que não tem disponível? _____. Qual?

- O que acha da impressão 3D? Acredita que este projeto contribuirá com a aprendizagem do estudante de baixa visão?

4 CONTRIBUIÇÕES DA PROFESSORA DE APOIO

- Quais condutas acredita que os outros participantes do projeto devem ter para facilitar o desenvolvimento das atividades e de que forma podemos atender melhor esse estudante?

- Em relação ao projeto, alguma sugestão, consideração ou solicitação?

APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

1 TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a deficientes visuais.

2 PESQUISADOR (A)

Nome completo: Mylena Iasmim Figueiredo Pires

Telefones de contato: (67) 99111-6284 e-mail: mylena.pires@ifms.edu.br

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio Cidade: Campo Grande

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

3 ORIENTADOR (A):

Nome completo: Airton José Vinholi Júnior

Telefones de contato: (67) 98415-5166 e-mail: airton.vinholi@ifms.edu.br

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio Cidade: Campo Grande

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

4. INFORMAÇÕES SOBRE O CEP

O CEP é a instância na qual o participante da pesquisa pode receber informações e protocolar queixas em relação aos procedimentos aos quais foi submetido durante a pesquisa, quando por estes se sentir lesado.

Nome: CEP UCDB

Endereço: Av. Tamandaré, 6000, Jardim Seminário – CEP: 79117-900 – Campo Grande-MS

Telefone: (67) 3312-3478

Email: cep@ucdb.br

5 OBJETIVOS DA PESQUISA:

A pesquisa tem como objetivo geral investigar as contribuições da utilização de uma sequência didática que aplique modelos concretos desenvolvidos por meio da impressão 3D para a evolução conceitual de conteúdos de biologia celular em estudantes com deficiência visual. Tendo, portanto, como desdobramentos os objetivos específicos: analisar os conhecimentos prévios sobre biologia celular dos estudantes que participarão do projeto; estruturar uma sequência didática que utilize modelos concretos sobre tipos de células previamente determinadas, criadas na impressora 3D; comparar os conhecimentos prévios com os adquiridos após a aplicação da sequência didática e ponderar se o produto educacional desenvolvido e testado pode ser viável e significativo para utilização com estudantes externos e internos do IFMS.

6 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA (SÍNTESE):

Esta pesquisa foca na necessidade de garantir os devidos recursos aos estudantes

que possuem algum tipo de deficiência, para que tenham uma educação integral, com preparação para os desafios do mercado de trabalho em pé de igualdade com os demais estudantes. A ideia de construir um material didático inclusivo no ensino de biologia celular, que a priori pode parecer pouco se pensarmos nos desafios que estes estudantes enfrentam, porém mesmo que atenda apenas uma vertente das deficiências existentes, em apenas uma instituição e em uma determinada disciplina, o intuito é proporcionar contribuições à aprendizagem dos estudantes por meio da criação de uma sequência didática que possa ser aplicada, posteriormente, em outras instituições de ensino. Ademais, também pode ser incentivada uma cultura de desenvolvimento de pesquisas dentro e fora da instituição, que visem a real superação de problemas no ensino de pessoas com deficiência.

7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

O presente trabalho terá os seguintes procedimentos metodológicos: Será conduzido no âmbito do IFMS, no *Campus* Campo Grande, com um estudante que deverá seguir alguns critérios, como: estar cursando o Ensino Médio Integrado no período de aplicação do produto educacional, estar matriculado em uma grade que apresente a disciplina de biologia, esta abordando conceitos de biologia celular; além de possuir algum tipo de deficiência visual, mesmo que não tenha solicitado nenhum recurso adaptativo para a instituição. A aplicação do produto educacional será feita em duas etapas, já previstas na construção da sequência didática, oportunizando o levantamento dos conhecimentos prévios do estudante, através da aplicação de questionários em um primeiro momento; a etapa de confecção, utilização dos modelos concretos e interação do estudante com os materiais será gravado em áudio e vídeo, sendo a testagem do produto educacional feito a partir da avaliação dos conhecimentos adquiridos após a aplicação, com a análise dos vídeos e aplicação de um último questionário.

8 POSSÍVEIS DESCONFORTOS E RISCOS E A FORMA COMO SERÃO ATENDIDOS OU ENCAMINHADOS:

Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você. Assim, os seus dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes. Além disso, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

9 POSSÍVEIS BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS E FORMA DE DEVOLUTIVA DOS RESULTADOS AOS PARTICIPANTES:

Como resultados esperados desta pesquisa, almejamos que o desenvolvimento da sequência didática com a utilização dos modelos concretos te traga benefícios ao oportunizar uma maior aprendizagem dos conceitos de biologia celular, incluindo também a importância de uma maior interação com os professores e colegas de classe. Além disso, não pretendemos resolver apenas uma questão curricular, mas também proporcionar a experiência de poder manusear e conhecer o funcionamento de uma impressora 3D; experiência esta, que mesmo os estudantes videntes não possuem na maioria das vezes, o que permite que a interação entre todos os

estudantes seja aumentada. A intenção é que desperte também o interesse da utilização desta prática em outras disciplinas.

Considerando as informações constantes dos itens acima e as normas expressas na Resolução nº 466/2012 do **Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde**, consinto, de modo livre e esclarecido, participar da presente pesquisa na condição de participante da pesquisa e/ou responsável por participante da pesquisa, sabendo que:

1 A participação em todos os momentos e fases da pesquisa é voluntária e não implica quaisquer tipos de despesa e/ou ressarcimento financeiro. Em havendo despesas operacionais, estas deverão estar previstas no Cronograma de Desembolso Financeiro e em nenhuma hipótese poderão recair sobre o participante da pesquisa e/ou seu responsável;

2 A liberdade de retirada do consentimento e da participação no respectivo estudo é garantida a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, punição ou atitude preconceituosa;

3 Os dados coletados só serão utilizados para a pesquisa e os resultados poderão ser veiculados em livros, ensaios e/ou artigos científicos em revistas especializadas e/ou em eventos científicos;

4 A pesquisa aqui proposta foi aprovada pelo **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, da **Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)**, que a referenda; e

5 O presente termo está assinado em duas vias.

Campo Grande-MS ____/____/____

Nome e assinatura do (a) voluntário
Meio de contato: _____

Mylena Iasmim Figueiredo Pires
Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio, Campo Grande-MS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)
mylena.pires@ifms.edu.br

Airton José Vinholi Júnior
Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio, Campo Grande-MS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)
airton.vinholi@ifms.edu.br

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

1 TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a deficientes visuais.

2 PESQUISADOR (A)

Nome completo: Mylena Iasmim Figueiredo Pires

Telefones de contato: (67) 99111-6284 e-mail: mylena.pires@ifms.edu.br

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio Cidade: Campo Grande

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

3 ORIENTADOR (A):

Nome completo: Airton José Vinholi Júnior

Telefones de contato: (67) 98415-5166 e-mail: airton.vinholi@ifms.edu.br

Endereço institucional: Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio Cidade: Campo Grande

IES à qual se vincula: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

4. INFORMAÇÕES SOBRE O CEP

O CEP é a instância na qual o participante da pesquisa pode receber informações e protocolar queixas em relação aos procedimentos aos quais foi submetido durante a pesquisa, quando por estes se sentir lesado.

Nome: CEP UCDB

Endereço: Av. Tamandaré, 6000, Jardim Seminário – CEP: 79117-900 – Campo Grande-MS

Telefone: (67) 3312-3478

Email: cep@ucdb.br

5 OBJETIVOS DA PESQUISA:

A pesquisa tem como objetivo geral investigar as contribuições da utilização de uma sequência didática que aplique modelos concretos desenvolvidos por meio da impressão 3D para a evolução conceitual de conteúdos de biologia celular em estudantes com deficiência visual. Tendo, portanto, como desdobramentos os objetivos específicos: analisar os conhecimentos prévios sobre biologia celular dos estudantes que participarão do projeto; estruturar uma sequência didática que utilize modelos concretos sobre tipos de células previamente determinadas, criadas na impressora 3D; comparar os conhecimentos prévios com os adquiridos após a aplicação da sequência didática e ponderar se o produto educacional desenvolvido e testado pode ser viável e significativo para utilização com estudantes externos e internos do IFMS.

6 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA (SÍNTESE):

Esta pesquisa foca na necessidade de garantir os devidos recursos aos estudantes que possuem algum tipo de deficiência, para que tenham uma educação integral, com preparação para os desafios do mercado de trabalho em pé de igualdade com os demais estudantes. A ideia de construir um material didático inclusivo no ensino de biologia celular, que a priori pode parecer pouco se pensarmos nos desafios que estes estudantes enfrentam, porém mesmo que atenda apenas uma vertente das deficiências existentes, em apenas uma instituição e em uma determinada disciplina, o intuito é proporcionar contribuições à aprendizagem dos estudantes por meio da criação de uma sequência didática que possa ser aplicada, posteriormente, em outras instituições de ensino. Ademais, também pode ser incentivada uma cultura de desenvolvimento de pesquisas dentro e fora da instituição, que visem a real superação de problemas no ensino de pessoas com deficiência.

7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

O presente trabalho terá os seguintes procedimentos metodológicos: Será conduzido no âmbito do IFMS, no *Campus* Campo Grande, com um estudante que deverá seguir alguns critérios, como: estar cursando o Ensino Médio Integrado no período de aplicação do produto educacional, estar matriculado em uma grade que apresente a disciplina de biologia, esta abordando conceitos de biologia celular; além de possuir algum tipo de deficiência visual, mesmo que não tenha solicitado nenhum recurso adaptativo para a instituição. A aplicação do produto educacional será feita em duas etapas, já previstas na construção da sequência didática, oportunizando o levantamento dos conhecimentos prévios do estudante, através da aplicação de questionários em um primeiro momento; a etapa de confecção, utilização dos modelos concretos e interação do estudante com os materiais será gravado em áudio e vídeo, sendo a testagem do produto educacional feito a partir da avaliação dos conhecimentos adquiridos após a aplicação, com a análise dos vídeos e aplicação de um último questionário.

8 POSSÍVEIS DESCONFORTOS E RISCOS E A FORMA COMO SERÃO ATENDIDOS OU ENCAMINHADOS:

Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você. Assim, os seus dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes. Além disso, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

9 POSSÍVEIS BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS ESPERADOS E FORMA DE DEVOLUTIVA DOS RESULTADOS AOS PARTICIPANTES:

Como resultados esperados desta pesquisa, almejamos que o desenvolvimento da sequência didática com a utilização dos modelos concretos te traga benefícios ao oportunizar uma maior aprendizagem dos conceitos de biologia celular, incluindo

também a importância de uma maior interação com os professores e colegas de classe. Além disso, não pretendemos resolver apenas uma questão curricular, mas também proporcionar a experiência de poder manusear e conhecer o funcionamento de uma impressora 3D; experiência esta, que mesmo os estudantes videntes não possuem na maioria das vezes, o que permite que a interação entre todos os estudantes seja aumentada. A intenção é que desperte também o interesse da utilização desta prática em outras disciplinas.

Considerando as informações constantes dos itens acima e as normas expressas na Resolução nº 466/2012 do **Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde**, consinto, de modo livre e esclarecido, participar da presente pesquisa na condição de participante da pesquisa e/ou responsável por participante da pesquisa, sabendo que:

1 A participação em todos os momentos e fases da pesquisa é voluntária e não implica quaisquer tipos de despesa e/ou ressarcimento financeiro. Em havendo despesas operacionais, estas deverão estar previstas no Cronograma de Desembolso Financeiro e em nenhuma hipótese poderão recair sobre o participante da pesquisa e/ou seu responsável;

2 A liberdade de retirada do consentimento e da participação no respectivo estudo é garantida a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, punição ou atitude preconceituosa;

3 Os dados coletados só serão utilizados para a pesquisa e os resultados poderão ser veiculados em livros, ensaios e/ou artigos científicos em revistas especializadas e/ou em eventos científicos;

4 A pesquisa aqui proposta foi aprovada pelo **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)**, da **Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)**, que a referenda; e

5 O presente termo está assinado em duas vias.

Campo Grande-MS ____/____/____

Nome e assinatura do (a) responsável pelo participante

Meio de contato: _____

Mylene Iasmim Figueiredo Pires

Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio, Campo Grande-MS

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

mylena.pires@ifms.edu.br

Airton José Vinholi Júnior

Rua Taquari, nº 831, Bairro Santo Antônio, Campo Grande-MS

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS)

airton.vinholi@ifms.edu.br

APÊNDICE F - TERMO DE CESSÃO DE USO DE IMAGEM E/OU VOZ PARA FINS CIENTÍFICOS E ACADÊMICOS

Protocolo de Pesquisa, CAAE nº _____, CEP, aprovado em _____.

Por meio deste termo, _____, CPF nº _____, participante do estudo “Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a deficientes visuais”, de forma livre e esclarecida, cede o direito de uso das fotografias, vídeos e/ou voz adquiridos durante a sua participação em pesquisa anterior, e autoriza a pesquisadora, Mylena Iasmim Figueiredo Pires, CPF nº 042.782.301-33, Matrícula 2019202310053-0, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Educação, Profissional e Tecnológica – ProfEPT, no *Campus* Campo Grande do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul, responsável pelo trabalho a:

- (a) utilizar e veicular as fotografias, vídeos e/ou voz obtidas durante sua participação em estudo/pesquisa anterior no objetivo de **Investigar as contribuições da utilização de uma sequência didática que aplique modelos concretos desenvolvidos por meio da impressão 3D para a evolução conceitual de conteúdos de biologia celular em estudantes com deficiência visual**, para fim de obtenção de grau acadêmico e/ou divulgação científica, sem qualquer limitação de número de inserções e reproduções, desde que essenciais para os objetivos do estudo, garantida a ocultação da sua identidade (mantendo-se a confidencialidade e a privacidade das informações), inclusive, mas não restrito a ocultação da face e/ou dos olhos, quando solicitado pelo participante;
- (b) veicular as fotografias, vídeos e/ou voz acima referidos na versão final do trabalho acadêmico, que será obrigatoriamente disponibilizado na página web da biblioteca (repositório) do IFMS, e no portal EduCapes, ou seja, na Internet, assim tornando-as públicas;
- (c) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz na produção de quaisquer materiais acadêmicos, inclusive aulas e apresentações em congressos e eventos científicos, por meio oral (conferências) e/ou impresso (pôsteres ou painéis);
- (d) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz para a publicação de artigos científicos em meio impresso e/ou eletrônico para fins de divulgação, sem limitação de número de inserções e reproduções;
- (e) no caso de imagens, executar livremente a montagem das fotografias, realizando cortes e correções de brilho e/ou contraste necessários, sem alterar a sua veracidade, utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida;
- (f) no caso do som da voz, executar livremente a edição e montagem do trecho, realizando cortes e correções necessárias, assim como de gravações, sem alterar a sua veracidade, utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida.

O participante declara que está ciente que não haverá pagamento financeiro de qualquer natureza neste ou em qualquer outro momento pela cessão das fotografias, dos vídeos e/ou de voz, e que está ciente que pode retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma, salvo os materiais científicos já publicados.

É vedado ao pesquisador utilizar as fotografias, os vídeos e/ou voz para fins comerciais ou com objetivos diversos da pesquisa proposta, sob pena de responsabilização nos termos da legislação brasileira.

A pesquisadora declara que o presente estudo/pesquisa será norteado pelos normativos éticos vigentes no Brasil.

Concordando com o termo, o participante de pesquisa ou seu responsável e a pesquisadora assinam o presente termo em 2 (duas) vias iguais, devendo permanecer uma em posse do pesquisador responsável e outra com o participante ou seu responsável.

Local e data

Mylena Iasmim Figueiredo Pires

Pesquisadora Responsável

CPF: 042.782.301-33

PARTICIPANTE DO ESTUDO OU SEU RESPONSÁVEL LEGAL

APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL

UEPS INCLUSIVA:

**ENSINANDO BIOLOGIA CELULAR A
ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL POR MEIO DE MODELOS
CONCRETOS CRIADOS EM
IMPRESSORAS 3D**



Produto Educacional

**Mylena Iasmim Figueiredo Pires
Airton José Vinholi Júnior**



Origem do produto educacional: Trabalho de dissertação de Mestrado intitulado “Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a estudantes com deficiência visual”

Categoria do produto: Material de Apoio Pedagógico

Instituição envolvida: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - IFMS

Autores:

Mylena Iasmim Figueiredo Pires

Airton José Vinholi Júnior (orientador)

Material desenvolvido no *síte Canva*: <https://www.canva.com>

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste produto educacional, em meio convencional ou eletrônico, desde que seja a fonte citada.

Campo Grande/MS

2021

Pires, Mylena Iasmim Figueiredo
P667u UEPS inclusiva: ensinando biologia celular a estudantes com deficiência visual utilizando modelos concretos criados em impressoras 3D / Mylena Iasmim Figueiredo Pires, Airton José Vinholi Júnior. – Campo Grande-MS, 2021.
25 p. : il. ; 29 cm.

Produto educacional (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul-IFMS, Campus Campo Grande, 2021.
Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior.

Inclui anexos.
Inclui referências.

1. Aprendizagem Significativa Crítica. 2. Biologia celular. 3. Educação inclusiva. 4. Impressão 3D. 5. UEPS. I. Vinholi Júnior, Airton José. II. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. III. Título.

CDD 23. ed. 370.3

SUMÁRIO

Apresentação da Proposta	04
Introdução	05
O que é uma UEPS?	06
Etapa adicional - Conhecendo a Impressão 3D	07
Etapa adicional - Conhecendo seu público-alvo	10
Proposta de UEPS	11
Passo 1 - Apresentação da Proposta à equipe	11
Passo 2 - Conhecendo os subsunçores	12
Etapa adicional - Resgatando organizadores prévios	12
Passo 3 - Situação-problema introdutória	13
Passo 4 - Diferenciação progressiva	14
Etapa adicional - Morfologia das células	15
Passo 5 - Nova situação-problema (mais complexa)	16
Passo 6 - Reconciliação integrativa	17
Passo 7 - Avaliação Somativa	18
Passo 8 - Avaliação da própria UEPS	19
Etapa adicional - <i>Feedback</i> ao estudante	19
Síntese da UEPS	20
Considerações Finais	21
Referências	22
Anexo A - Questionário Inicial	23
Anexo B - Questionário Final	24
Anexo C - Roteiro de Entrevista	25

Apresentação da Proposta

Este material foi desenvolvido ao longo de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), ofertado pelo *Campus* Campo Grande do IFMS, delimitada segundo a linha de pesquisa - Práticas Educativas em EPT, no Macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT.

O material é composto por duas partes, constando nesta proposta o produto principal - a UEPS. Como forma de viabilizar a aplicação dessa, desenvolvemos um guia virtual de impressão 3D, que será apresentado na sequência. Para a aplicação da UEPS, contamos com a participação de um estudante de baixa visão do *Campus* Campo Grande, que participou ativamente de todas as atividades desenvolvidas. O processo que envolveu a criação desta UEPS foi norteado e pautado na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), de Marco Antônio Moreira.

Todo o referencial teórico, o caminho metodológico, os momentos de encontro da equipe e as respectivas análises e considerações realizadas no âmbito da pesquisa podem ser encontrados na dissertação "Uso de modelos concretos desenvolvidos a partir da impressão 3D no ensino de biologia celular a estudantes com deficiência visual".

"UEPS Inclusiva: ensinando biologia celular a estudantes com deficiência visual utilizando modelos concretos criados em impressoras 3D" é um Produto Educacional estruturado com o intuito de contribuir com a prática docente, no que tange o ensino sobre célula a estudantes com deficiência visual. Além disso, buscamos demonstrar a potencialidade dos modelos concretos impressos em 3D na quebra de barreiras no contexto da inclusão.

Neste momento, demonstraremos as atividades que foram desenvolvidas ao longo da pesquisa e algumas sugestões, no contexto da docência, que podem ser utilizadas em sala de aula. Porém, a intenção não é impor uma sequência estática sobre o que deve ou não ser realizado, ao contrário, o intuito é dar um suporte aos que tenham interesse nessa temática, de forma que possam adaptá-las segundo as distintas realidades e contextos. Sendo assim, concluímos que o importante é fomentar pesquisas que busquem a superação de barreiras no processo de ensino e aprendizagem no contexto inclusivo.

Mylena Iasmim Figueiredo Pires

Airton José Vinholi Júnior



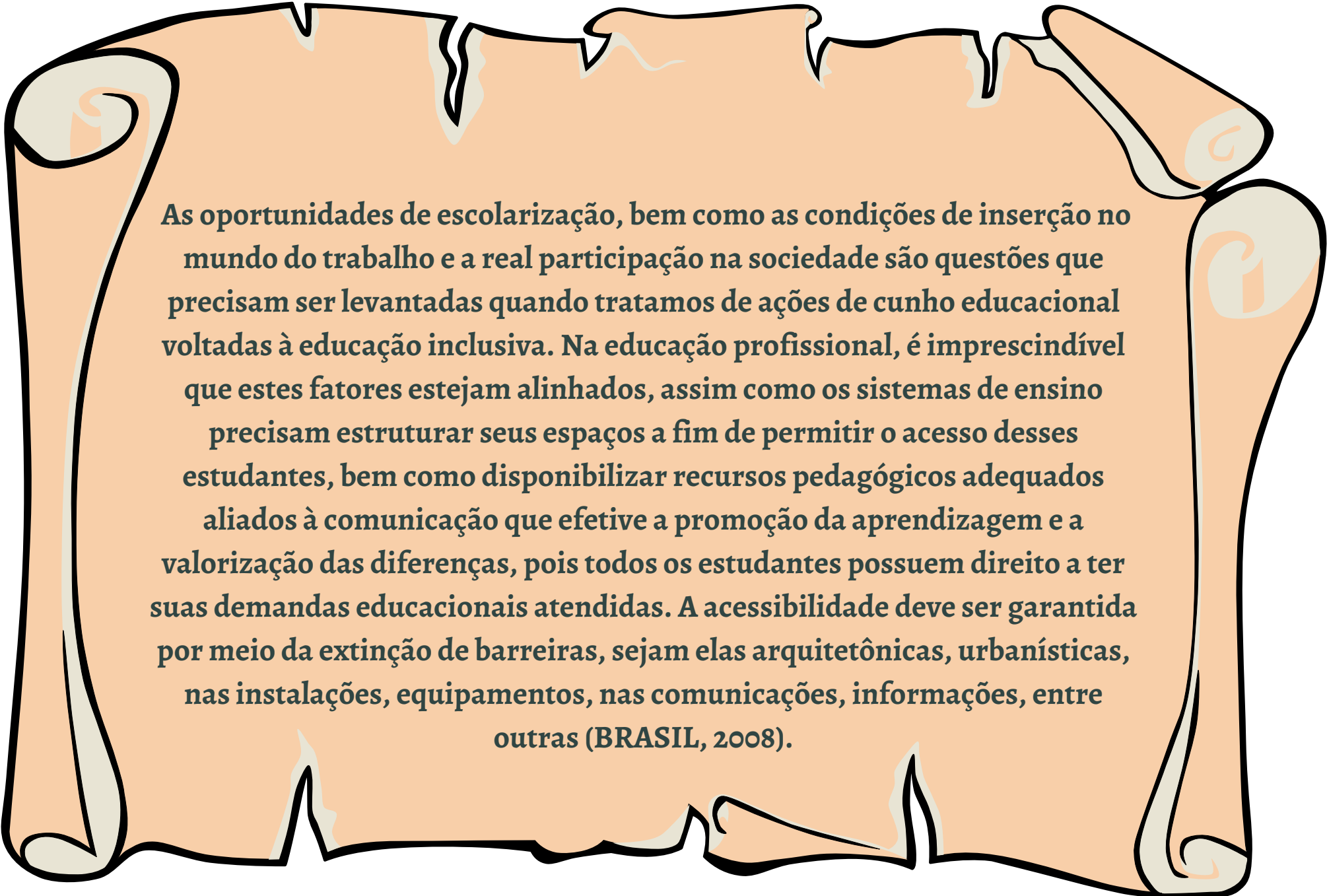
Introdução

A disciplina de biologia, em especial a biologia celular, possui conceitos que dependem muito da imaginação daquele que a pretende estudar. Normalmente, são utilizadas imagens e estudos microscópicos para auxiliar os estudantes nessa assimilação. Porém, o estudante que possui deficiência visual não consegue, de forma geral, se apropriar com eficiência desta metodologia. Assim, este material foi estruturado com o objetivo de tentar sobrepujar as dificuldades que estudantes com deficiência visual possuem em um conteúdo abstrato e tão “visual”.

Como alternativa para este fato, construímos em conjunto com o estudante nessa condição, modelos celulares em 3D durante a aplicação de uma sequência didática. Além de utilizar a inovação como fator de motivação na busca por conhecimento, a intenção foi, também, explorar a habilidade tátil do estudante. Ainda, para uma experiência mais significativa, o estudante participou de todas as etapas de construção dos modelos concretos, para que o material fosse adaptado o máximo possível às suas demandas.

Assim, trazemos a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS fundamentada na TASC, utilizada ao longo da pesquisa, que pode servir como material de apoio no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Apesar de, neste momento, ter sido desenvolvida com base em conceitos da biologia celular, buscamos criar o material de forma a permitir que este seja adaptado para qualquer disciplina de interesse dos docentes.

Por fim, para alcançar o maior público possível, e comprometidos com o caráter inclusivo desta pesquisa, disponibilizaremos este material de apoio no *site* destinado ao guia virtual de impressão 3D, que conta com diversas ferramentas de acessibilidade e suporte aos possíveis leitores.



As oportunidades de escolarização, bem como as condições de inserção no mundo do trabalho e a real participação na sociedade são questões que precisam ser levantadas quando tratamos de ações de cunho educacional voltadas à educação inclusiva. Na educação profissional, é imprescindível que estes fatores estejam alinhados, assim como os sistemas de ensino precisam estruturar seus espaços a fim de permitir o acesso desses estudantes, bem como disponibilizar recursos pedagógicos adequados aliados à comunicação que efetive a promoção da aprendizagem e a valorização das diferenças, pois todos os estudantes possuem direito a ter suas demandas educacionais atendidas. A acessibilidade deve ser garantida por meio da extinção de barreiras, sejam elas arquitetônicas, urbanísticas, nas instalações, equipamentos, nas comunicações, informações, entre outras (BRASIL, 2008).

Caracterizando uma UEPS



O que é uma UEPS?

É uma sequência de ensino direcionada à aprendizagem significativa de conceitos e tópicos específicos de um ou mais conteúdos. O fator central é que os materiais e recursos empregados estejam direcionados a uma aprendizagem significativa. Por isso, deve-se começar pela escolha do tema, dos recursos e dos materiais, estes sendo necessariamente potencialmente significativos para os estudantes.

A UEPS está pautada na Teoria de Aprendizagem Significativa, porém Moreira (2011) acrescenta características de outras teorias vinculadas à aprendizagem cognitiva, sendo elas, as propostas de Novak (1977), Vergnaud (1990), Vygotsky (1987), Gowin (1981), Johnson-Laird (1983). Unidos a essas, estão os onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica que compõem os princípios basilares da UEPS, observados abaixo:

- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;
- Organizadores prévios indicam a relação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- O conhecimento prévio é a variável que tem maior influência na aprendizagem significativa;
- As situações-problema devem ser propostas através de níveis crescentes de complexidade;
- Parte do estudante a decisão se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no aprendiz; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos; essas situações precisam ser criadas para despertar a intencionalidade do estudante para a aprendizagem significativa;
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre estudante, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o estudante a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no estudante.

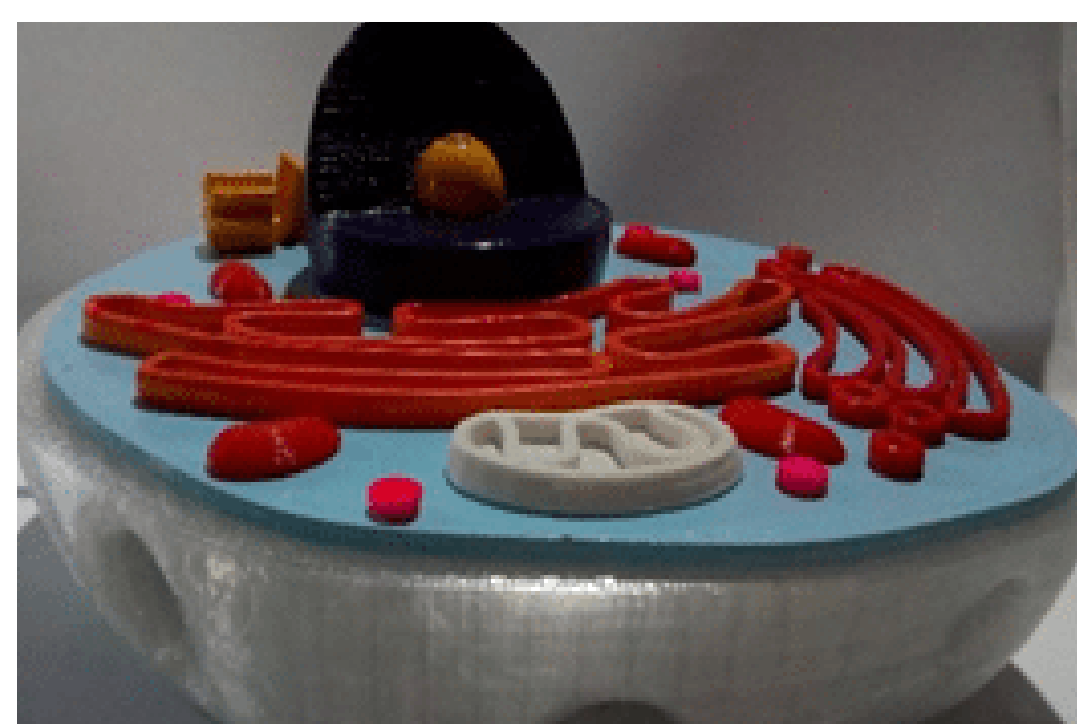
Conhecendo a Impressão 3D

O uso da impressão 3D na construção de modelos didáticos vem se mostrando um método bastante eficiente em forma de apoio aos conteúdos que são abordados nos materiais de estudo tradicionais (ORLANDO et al., 2009). Além disso, tanto a aquisição das impressoras 3D, quanto o acesso aos conhecimentos/habilidades necessários para entender o processo de impressão com essas ferramentas estão se popularizando e tornando-se mais facilitados (OSTUZZI et al., 2015).

A tecnologia de impressão 3D pode ser uma ferramenta significativa no auxílio aos estudantes, para criatividade e exploração, além de possibilitar uma introdução interessante aos tópicos ligados a STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Esses materiais podem e devem ser personalizados na sala de aula e voltados à Tecnologia Assistiva (TA) individualizada (BUEHLER et al., 2016).

Assim, a combinação de prototipagem rápida e TA tem se mostrado vantajosa, pois permite a individualização dos materiais fabricados, contribuindo para uma maior aceitação e satisfação por parte dos que a utilizam, além da entrega de um produto preciso e com conforto. Isso se deve ao fato de que uma das maiores vantagens da impressão 3D na fabricação de modelos didáticos é sua possibilidade de distribuição e produção facilitada.

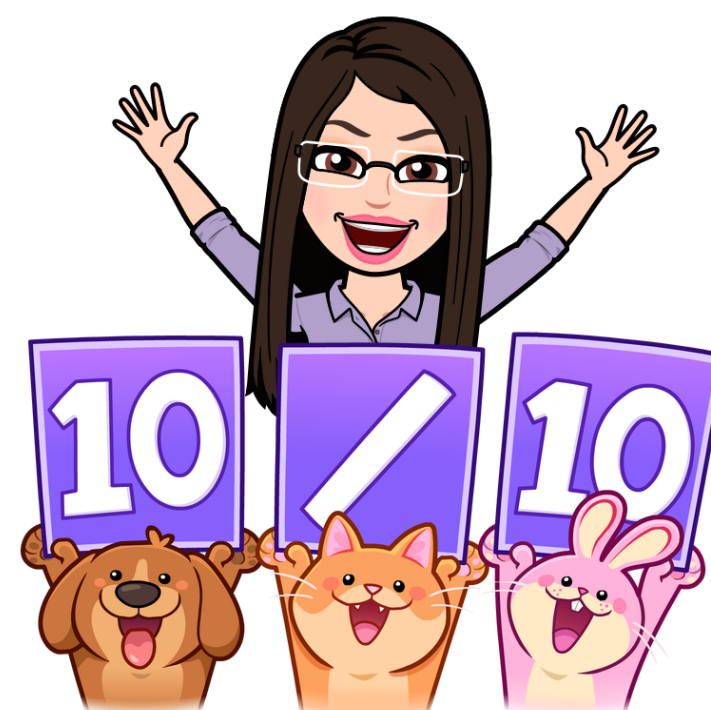
No contexto desta pesquisa, desde o momento que apresentamos a ideia para a equipe, foi notória a empolgação com a temática por todos. A impressão 3D se mostrou fator determinante de motivação, pois a maioria dos integrantes não tinha contato com o equipamento e não tinha visto modelos concretos de biologia construídos por meio dessa técnica. Para lhe incentivar a continuar a leitura deste material, apresentamos alguns modelos celulares que foram construídos pela nossa equipe.



Hoje em dia, os adolescentes adoram uma tecnologia, não é mesmo?



Então porque não aproveitar um recurso inovador para incentivar a busca por conhecimento e ainda possibilitar a criação de um material didático inclusivo e adaptado às demandas do estudante?

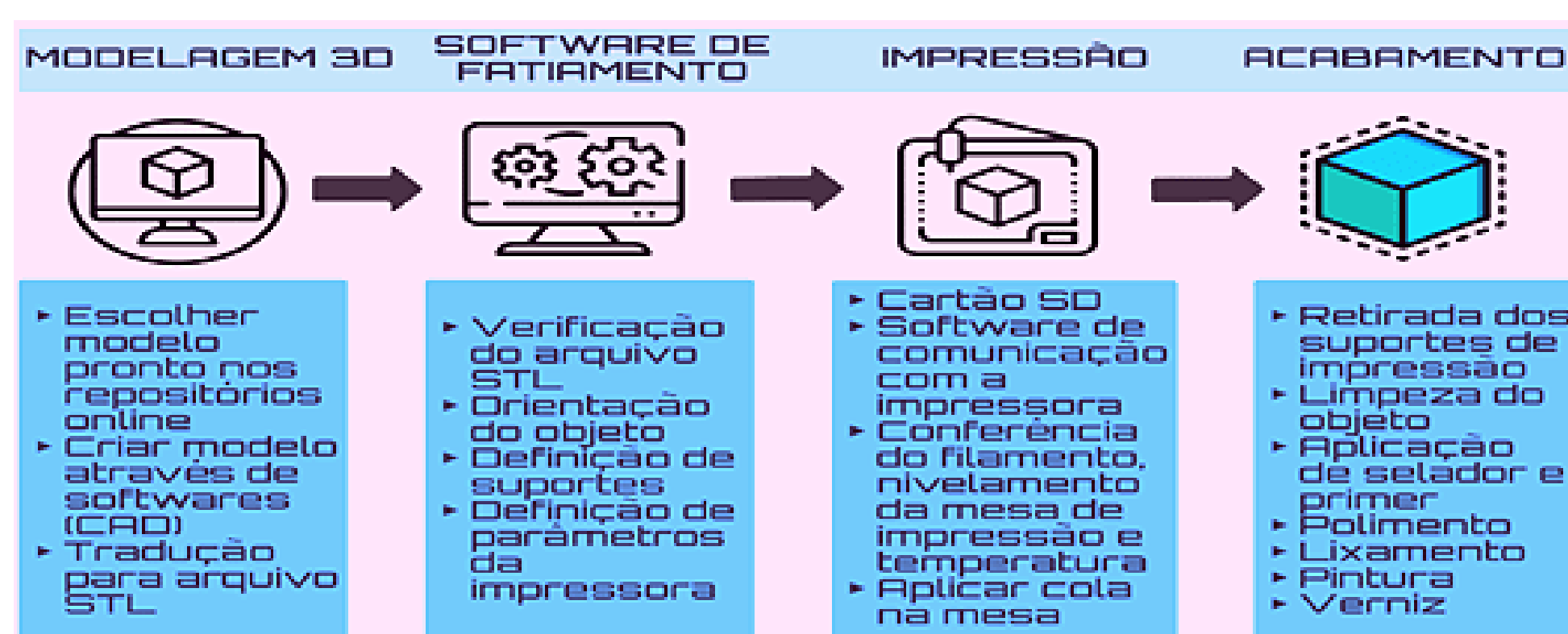


Caso a resposta seja algo parecido com "eu não tenho ideia de como funciona uma impressora 3D" ou "não sei nem por onde começar".

Não se preocupe!

Nós pensamos nisso para você.

Primeiramente, para entender o processo de impressão 3D, criamos o fluxograma abaixo:



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

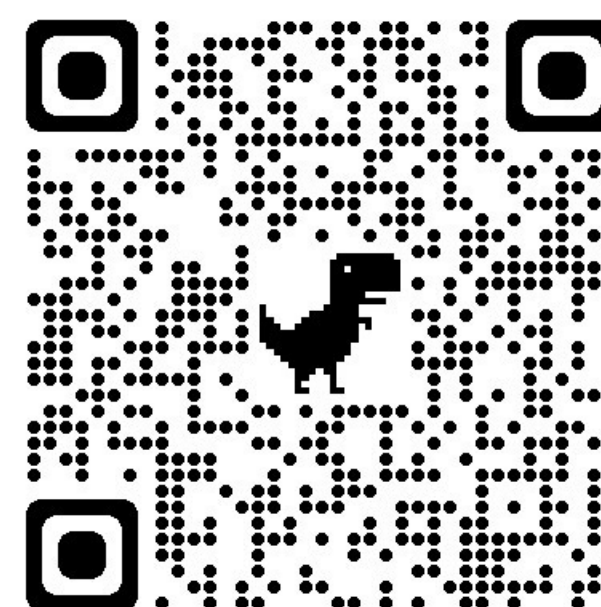
Agora, apresentamos a segunda parte do nosso Produto Educacional: **o guia virtual de Impressão 3D**. Esse *site* foi pensado como forma de subsidiar aqueles interessados em trabalhar com temáticas por meio da impressão 3D, mas que não possuem nenhum conhecimento sobre a ferramenta ou querem expandir seu entendimento quanto a esse tipo de impressão.

O guia está disponível por meio do *link* e *QR Code* disponível ao lado.

Na página inicial, priorizamos a indicação de uso da acessibilidade do *site*, com mudanças de tamanho da fonte dos textos, contraste das cores, possibilidade de uso do software *VLibras* para transcrição das palavras, leitor de texto e transcrição dos vídeos no *Youtube*.

Na aba de guias virtuais, apresentamos diversos conteúdos, desde a história da impressão 3D, os aspectos gerais da ferramenta, suas tecnologias, finalidades, tipos de impressoras, materiais, softwares de modelagem e fatiamento das impressões, dentre outros. Nesta aba também é possível acessar este material e um glossário dos termos técnicos.

Alguns vídeos instrutivos sobre o processo de impressão 3D e a adaptação dos modelos impressos, gravados durante o desenvolvimento das atividades desta pesquisa, também estão disponíveis em uma aba específica.



Agora que você já sabe como utilizar uma impressora 3D para construção de materiais didáticos, sejam eles inclusivos ou não, explicaremos como trabalhamos com essa ferramenta ao longo da pesquisa.

No início, acreditávamos que seria possível interagir com as impressoras 3D em todos os encontros. Porém, devido ao cenário de pandemia da Covid-19, foi necessário diminuir os encontros presenciais, sendo necessário adaptar esse momento para um minicurso de Impressão 3D. Assim, conseguimos envolver mais o estudante, que participou da pesquisa no processo de impressão dos modelos concretos, em que pode sanar suas dúvidas e tatear algumas estruturas que estavam em diversas etapas de impressão, bem como conhecer diversos modelos diferentes de impressoras que estavam disponíveis.



É importante que toda a interação do estudante com as impressoras 3D, que estejam em funcionamento, seja devidamente acompanhada, pois alguns componentes atingem altas temperaturas. Já as peças com impressão finalizada não apresentam perigo quanto a temperatura, necessitando apenas atenção para superfícies que possam causar rejeição ao toque.

Para que o foco do minicurso fosse a parte prática da impressão, indicamos alguns cursos para que a equipe os realizassem antes, suprimindo vários aspectos sobre a parte teórica. Cursos e materiais envolvendo impressão 3D estão "em alta" e podem ser encontrados com facilidade na *internet*, de forma gratuita. Um dos cursos que realizamos, ofertado pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), foi: "Possibilidades para a fabricação digital de recursos de Tecnologia Assistiva de Baixo Custo na educação". Foi um curso voltado para a temática inclusiva, com carga horária de 40 hrs.

Após essa etapa, a pesquisadora imprimiu todos os modelos concretos selecionados com auxílio do professor que ministrou o minicurso. Nos momentos da UEPS que apresentaremos na sequência deste material, realizamos dinâmicas com o estudante para entender suas demandas e assim realizar a adaptação das cores e a textura das peças. Essa etapa é fundamental, caso queiram um material inclusivo individualizado.

Nesta pesquisa, os encontros eram feitos no contraturno de aula do estudante, e até em finais de semana. Sabemos que essa não é uma possibilidade para muitos. Mesmo assim, é possível realizar a impressão dos modelos previamente e desenvolver a adaptação dos materiais em sala de aula.

Recomendamos que a finalização e adaptação das peças sejam feitas em conjunto com colegas de classe normovisuais, que possam auxiliar nos lixamentos, pinturas, colagens, etc. Além de envolver todos os estudantes em uma dinâmica diferenciada e motivadora, isso incentiva a inclusão dos estudantes com deficiência visual e aprimora o diálogo e negociação de significados. Essa foi a nossa experiência, ao incluir uma estudante normovisual nessas etapas de construção dos materiais. A interação estabelecida se mostrou fundamental para o processo de ensino e aprendizagem de ambos os estudantes.

Conhecendo seu público-alvo

Assim como o minicurso de impressão 3D não faz parte dos passos estabelecidos na UEPS, mas foi pensado para contemplar o caráter inovador da pesquisa, esta etapa foi idealizada como forma de conhecer melhor a realidade do estudante, buscando investigar quais eram suas maiores dificuldades e preferências. Este momento não estava previsto no planejamento inicial da pesquisa e foi oportunizado devido ao período de espera para poder realizar a aplicação da UEPS com mais segurança, devido à pandemia da Covid-19.

Ao pensarmos na apresentação da pesquisa para a equipe (que seria o primeiro momento da UEPS) e na sequência de atividades que desenvolveríamos, tivemos dúvidas se o estudante conseguiria visualizar de forma clara a apresentação, principalmente em função das imagens dos modelos concretos que pretendíamos criar. **Então, nomeamos esta etapa como “Momento 1 – Quebrando barreiras comunicacionais”, pois antecedeu todos os outros momentos da pesquisa e serviu como norte para a construção de todas as atividades.**



Apesar de não fazer parte dos passos previstos na UEPS, essa etapa foi fundamental devido ao caráter inclusivo da pesquisa.

Sugerimos que, se possível, realize uma atividade equivalente, para conhecer a realidade de cada estudante que apresenta uma deficiência visual.

Esta pode ser realizada por meio de uma dinâmica, uma entrevista guiada, um questionário, uma roda de conversa ou outro meio que julgue mais adequado. O importante é criar uma atmosfera favorável, onde o estudante se sinta confortável em compartilhar suas dificuldades, preferências e ideias.

Lembre-se que o estudante sempre deve ser o foco e entender suas necessidades pode ser determinante para o sucesso desse processo.

Em nossa pesquisa, realizamos uma entrevista guiada por meio de videoconferência, utilizando um roteiro (Apêndice C) previamente estruturado como guia. Nesse momento participaram os autores deste material, juntamente com o estudante selecionado e sua professora de apoio. A finalidade dessa entrevista foi entender algumas questões importantes sobre o perfil do estudante, visando otimizar o preparo dos materiais futuros, segundo suas demandas específicas.

Apesar de já sabermos que o estudante apresentava baixa visão, suas demandas não são necessariamente as mesmas de outro estudante com característica similar. Por isso, precisamos conhecer a realidade do estudante, realizando um levantamento de informações pessoais, o grau de sua perda de visão e suas consequências, a disponibilidade e conhecimento sobre TA, recursos inclusivos que utilizava ou tinha interesse de utilizar, suas facilidades e dificuldades, bem como suas preferências quanto ao formato de repasse dos materiais que usaríamos ao longo da pesquisa. Além disso, aproveitamos a experiência da professora de apoio para complementar as informações, permitindo que as intervenções futuras fossem mais assertivas.



Caso seu estudante possua uma professora de apoio, sugerimos que a convide para participar desta etapa. Ela pode disponibilizar informações importantes.

Proposta de UEPS

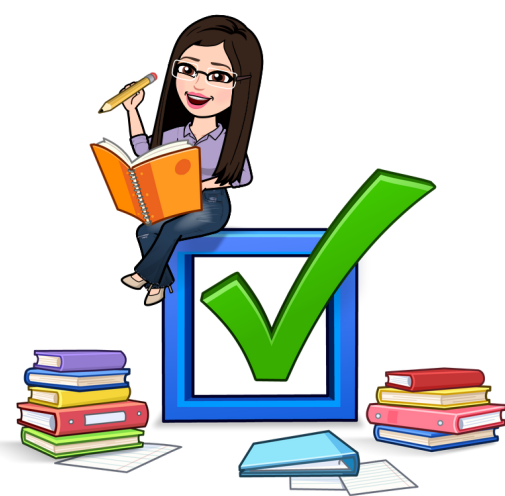
Além dos princípios basilares da UEPS, demonstrados anteriormente, Moreira (2011) define oito passos que deverão ser seguidos na construção das Sequências Didáticas. Agora, mostraremos como foram estruturados os momentos da UEPS aplicada nesta pesquisa. Apesar de existirem apenas oito passos, esta pesquisa contou com treze momentos, para contemplar o caráter inovador e inclusivo da pesquisa. Assim, lembramos que todas essas etapas podem ser adaptadas ao contexto que forem aplicadas.

O importante é sempre seguir a filosofia desta didática no planejamento das atividades de cada momento.



“... só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.”

Apresentamos anteriormente o **Momento 1 - "Quebrando barreiras comunicacionais"**, que se configura como uma etapa adicional da UEPS. O momento 2 é destinado ao primeiro passo da UEPS.



Momento 2 - Passo 1 "Apresentação da proposta à equipe"

Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.

Essa apresentação foi feita para toda a equipe, de forma remota por videoconferência. Criamos um material no *PowerPoint* que continha a explicação da temática da pesquisa, a descrição dos passos da UEPS e os encaminhamentos dos encontros a serem realizados. Tal estratégia serviu, também, para a apresentação dos membros, retirada de dúvidas e possíveis sugestões para os encontros.

Um fator fundamental foi motivar a equipe a seguir na pesquisa, mostrando materiais didáticos que foram criados com a impressão 3D e enfatizando sobre como os modelos celulares poderiam ficar ao final da pesquisa.



Em um contexto pandêmico, o distanciamento social é importante, mas caso não seja sua realidade no momento, essa apresentação ficaria ainda mais interessante de forma presencial. Experimente uma roda de conversa com os estudantes ou uma dinâmica em sala de aula, por exemplo.

Considerando que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa, temos o segundo passo da UEPS.

Momento 3 - Passo 2 "Conhecendo os subsunçores"

Destinado a criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc., que leve(m) o estudante a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.



Nesta pesquisa realizamos a análise dos conhecimentos prévios por meio da aplicação do Questionário Inicial (Anexo A). Fizemos o planejamento das questões para identificar possíveis subsunçores que ajudariam a trabalhar os conceitos de biologia celular com o estudante. Todas as questões foram pensadas em um contexto mais inclusivo, já que a intenção era utilizar a mesma ferramenta com questões em um nível mais complexo, para analisar uma possível evolução conceitual ao final da pesquisa.

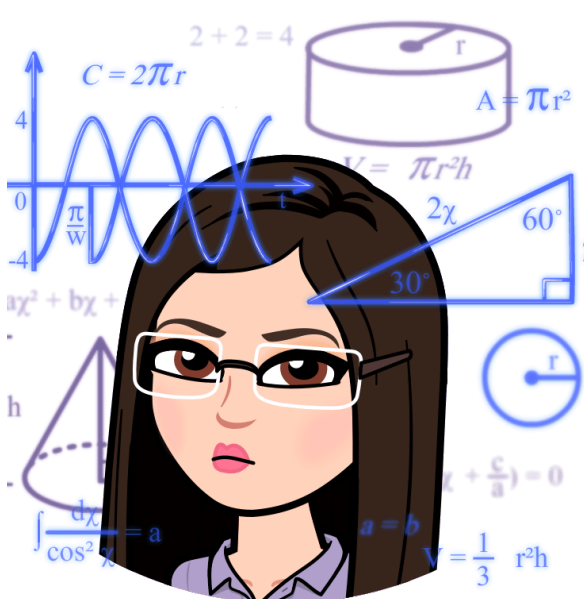
A análise e classificação das respostas atribuídas pelo estudante auxiliam na construção das atividades futuras, com base nos possíveis déficits de aprendizagem apresentados, bem como no panorama final de avaliação da evolução conceitual.

Esse questionário foi aplicado com o estudante por meio de uma videoconferência. Apenas a pesquisadora e o estudante participaram desse momento, na intenção de criar uma boa atmosfera de entrevista e deixar o estudante mais confortável para responder as questões. Além disso, devido a limitação visual, seria possível dar mais atenção nas explicações quanto a resolução das questões, sem que o estudante se sentisse pressionado.

A análise das respostas desse questionário originou mais uma etapa adicional - **Momento 4 "Resgatando organizadores prévios"**. Uma vez que, após essa etapa, foi constatada a carência de subsunçores por parte do estudante, julgamos ser necessário realizar um minicurso sobre alguns aspectos voltados à biologia celular, em caráter mais geral, para não prejudicar o andamento das demais atividades.

A fim de contemplar todo o conteúdo pretendido, realizamos dois encontros virtuais, em dois dias consecutivos. Esses encontros duraram cerca de duas horas e introduziram o conteúdo de forma bastante genérica. Caso julgue necessário, esse minicurso pode ser facilmente adaptado em uma aula expositiva em sala de aula.

Está se perguntando o que são subsunçores e organizadores prévios?



Subsunçor é uma espécie de “âncora” que estabelece ligação entre a nova informação a um conceito ou proposição relevante preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz. Já os organizadores prévios representam “pontes cognitivas”, um material introdutório apresentado antes do conteúdo a ser aprendido, porém em um nível mais alto de abstração que facilitará o desenvolvimento de conceitos subsunçores que vão facilitar a aprendizagem (MOREIRA, 1995, 2016).

O momento 5 da UEPS corresponde ao minicurso de impressão 3D, já apresentado anteriormente. Então, apresentaremos o sexto momento, que contempla o início das atividades voltadas às situações-problema.



Momento 6 - Passo 3 "Situação-problema introdutória"



Consiste em propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que "preparem o terreno" para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

Os princípios da UEPS são claros quando trazem que são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos, devendo ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa. Essas podem funcionar como organizadores prévios e devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade.

Podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, mas sempre de modo acessível e que oportunize situações problematizadoras.

Quando identificamos que os conhecimentos prévios do estudante eram incipientes, optamos por trazer um conceito bem geral para que o estudante refletisse - **o conceito de Célula**. Desse conceito, conseguiríamos introduzir diversos outros conceitos estipulados nas próximas atividades, construindo uma linha de raciocínio mais coerente para o estudante.

Buscando uma diversidade de materiais e formas de interação com o estudante, pensamos em uma dinâmica diferente, para que a intervenção não ficasse restrita apenas aos questionários, a fim de permitir que o estudante tivesse uma margem mais abrangente de diálogo. Essa dinâmica consistiu em listar as dez primeiras palavras que remetiam o estudante à palavra **Célula**.

O importante era que ele dissesse as palavras, de forma sequencial, conforme viessem à sua mente. A intenção foi observar como o estudante entende o conceito de célula e de que forma o relaciona a outros conceitos. Para analisar, também, como funciona a contextualização desses conceitos, solicitamos no final que ele explicasse a escolha das palavras.

SUGESTÃO

Caso se interesse em nossa dinâmica e tenha vários estudantes para aplicar, utilize o <https://www.mentimeter.com> e crie um "Word Cloud" com a recorrência das palavras que eles indicarem. Essa nuvem de palavras fica muito interessante e ajuda a ter uma visão geral de como está o entendimento dos estudantes sobre o conceito. Além disso, pode contribuir no diálogo e participação dos estudantes quando questionados sobre os termos que aparecem na tela. Caso tenha um estudante com cegueira total, utilize um leitor de tela ou peça que os outros estudantes descrevam a dinâmica para ele.

Momento 7 - Passo 4 "Diferenciação Progressiva"

Neste momento, após trabalhar as situações iniciais, é preciso apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva. Para tanto, comece com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo na sequência exemplifique, introduzindo aspectos mais específicos sobre o tema.

A estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de uma apresentação ou discussão em grande grupo.



Nessa pesquisa, realizamos uma dinâmica de reconhecimento das estruturas celulares seguida de uma aula expositiva sobre as estruturas apresentadas, com a devida discussão de suas principais características.

Após terem sido executadas as situações iniciais, tratamos especificamente da temática trabalhada nos modelos concretos - as organelas celulares. É necessário iniciar com aspectos mais gerais e inclusivos, então, focamos na diferenciação das células em duas classificações distintas: procariontes/eucariontes e animais/vegetais. Depois, foram introduzidos os aspectos mais específicos, tratando de cada estrutura celular de forma separada ou em contextos diferentes.

A atividade consistiu em uma dinâmica de imagens, nas quais foram escolhidas diferentes representações das células e organelas, para que o estudante tentasse fazer o reconhecimento e explicação do que estava observando. Foi feita uma pesquisa sobre os melhores esquemas de cores das imagens, com o melhor contraste e resolução possível. A apresentação foi feita em modelo de tela cheia e o estudante estava utilizando o recurso de *zoom* para auxiliar na identificação. Solicitamos que ele nos avisasse, em caso de dificuldade. Essa questão poderia contribuir com o nosso entendimento nos possíveis problemas que o estudante enfrentou ao longo do processo de ensino e aprendizagem anterior à pesquisa, que colaboraram para o déficit do conhecimento sobre aspectos da Biologia celular.

Explicamos a atividade para o estudante, deixando que ele respondesse livremente sobre o que entendia de cada imagem.

Ao final de todo o diálogo com o estudante, voltamos ao primeiro *slide* para trabalhar todas as células e estruturas com uma explicação detalhada, demonstrando qual seria a resposta correta ou esperada. Apresentamos, também, as funções e ligações entre elas e características mais aprofundadas.

Caso queira trabalhar com uma outra dinâmica para identificação das estruturas celulares ou possua algum estudante com cegueira total, existem outros modelos celulares que podem ser confeccionados além da impressão 3D. Indicamos um produto educacional de baixo custo com esta temática: "Deu Ciência na Costura: Modelo Celular Didático Artesanal" - disponível em:

<https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21292>.

Você pode clicar no ícone do *Youtube* ao lado e assistir o passo a passo da produção do material.



Antes da apresentação do quinto passo da UEPS, realizamos mais uma atividade adicional - o **Momento 8 “Morfologia das Células”**. Esse momento foi realizado a distância, via videoconferência e visava a criação de um desenho 2D de células eucariontes animal e vegetal. Além disso, seria necessário realizar a definição das cores dos modelos concretos a serem produzidos no próximo momento.

Após trabalhar com o estudante o conteúdo escolhido, no resgate do que foi feito nas atividades com os organizadores prévios - entender que palavras remetem à célula e trabalhar a identificação das organelas celulares, passamos o foco para a morfologia celular. O intuito desta atividade era fomentar o conhecimento do estudante sobre a estrutura de uma célula e entender como ele representaria uma célula em desenho 2D.

Para trabalhar o protagonismo do estudante na busca por conhecimento, criamos um roteiro com a descrição das atividades para guiar o estudante no seu desenvolvimento e inserimos diversos materiais de apoio. **Essa etapa é uma clara atenção ao terceiro princípio da TASC - “da não centralidade do livro de texto”, pois buscamos diferentes representações do conteúdo para repassar ao estudante.**

A primeira atividade consistia em estudar o material proposto, composto da seguinte forma:

1. Revisão dos slides de identificação das organelas celulares utilizados na atividade anterior;

2. Assistir quatro vídeos instrutivos com os seguintes temas:



Citologia - Quer que desenhe?
(Descomplica)



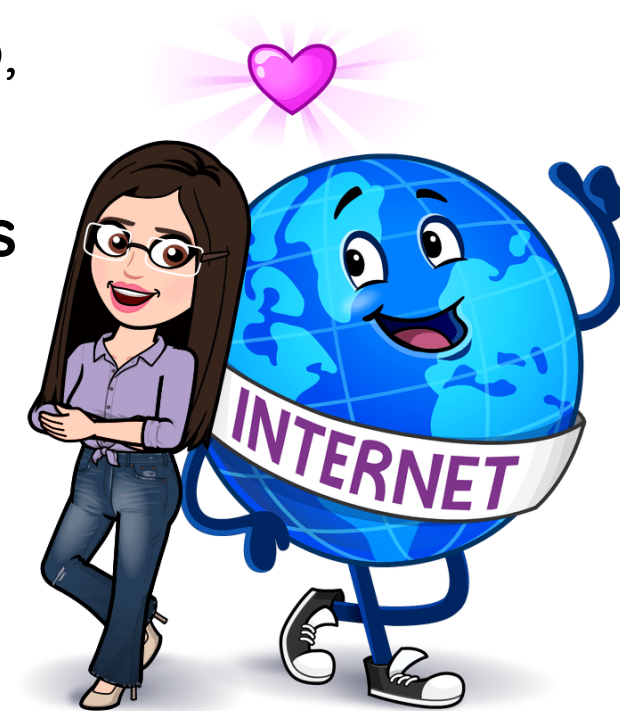
Principais organelas e suas funções
(Vídeo Animado)



Diferenças entre o DNA e RNA - 6 principais diferenças (Vídeo Animado)



Quais as principais diferenças entre as células eucariontes e procariontes



3. Acessar



estudar a célula 3D disponível

4. Escolher um aplicativo de células eucariontes 3D e baixar para auxiliar no desenho da célula escolhida.

Sugestões: “Biologia Celular Interativa” e “CellWord”.

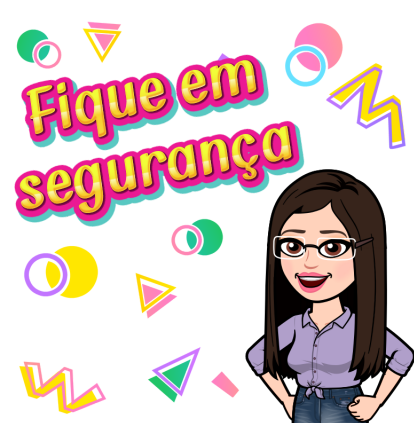


A segunda atividade consistiu na escolha das cores das organelas celulares que mais se adequassem às demandas de observação do estudante. Para tanto, após os estudos de como as organelas eram retratadas nos diversos materiais disponibilizados, realizamos uma reunião com o estudante para escolher as cores que seriam utilizadas. **Explicamos para o estudante que a célula deveria ser adaptada, pensando no que o ajudaria na lembrança dos conceitos e funções das estruturas, atentando para a questão do contraste das cores para sua melhor visualização.**

Momento 9 - Passo 5 “Nova situação-problema (mais complexa)”

O objetivo deste momento é retomar os aspectos mais gerais e estruturantes (aquilo que efetivamente se pretende ensinar) do conteúdo da unidade de ensino, em uma nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação.

Importante trazer novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover uma reconciliação entre os conceitos. Após esta segunda apresentação, também vale propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Essas atividades podem ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente.



Essa atividade corresponde ao momento 9 da UEPS. Junto ao minicurso de impressão 3D, foram os únicos encontros presenciais devido a Pandemia da Covid-19. Porém, a equipe conseguiu fazer todo o planejamento da atividade de forma a atender as medidas de biossegurança.

Sugerimos que faça uma dinâmica experimental com os estudantes para adaptação das peças, pois é a parte que julgaram a mais divertida.



No dia do encontro, a primeira dinâmica foi a explicação sobre como funciona o processo de acabamento das peças, com a indicação da função e forma de uso de cada material. Apresentamos as peças impressas e explicamos em qual etapa de acabamento cada estrutura estava. Assim, indicamos como seria feita a finalização dos modelos.



Aproveitamos para repassar alguns acabamentos simples para os estudantes, enquanto o restante da equipe analisava os desenhos das células 2D da atividade anterior, que foram entregues e apresentados pelos estudantes de forma conjunta.



Considerando ser fundamental o trabalho colaborativo na UEPS, uma estudante normovisual participante de um projeto paralelo a esta pesquisa, foi convidada a integrar esse encontro e auxiliar no processo de acabamento. Essa colaboração foi feita no intuito de aumentar a interação do estudante pesquisado e possibilitar um diálogo mais aberto na busca de evidências de aprendizagem significativa crítica.

Aproveitamos a atividade de adaptação das peças para contemplar o quinto passo da UEPS, com a nova situação-problema em um contexto mais complexo. A retomada dos aspectos mais gerais do conteúdo foi feita no momento anterior (morfologia celular), onde o estudante foi protagonista na busca do seu conhecimento, contando apenas com o suporte da equipe e do roteiro criado.

Esse momento anterior resultou na construção do desenho 2D apresentado acima. Foi feita, também, a proposição de uma outra atividade colaborativa entre os dois estudantes, visando a interação social, fomentando o estabelecimento de significados, mediados pela equipe. Assim, solicitamos que eles fizessem a montagem dos modelos concretos de acordo com o que acreditavam estar correto, baseado em seus desenhos.

Além disso, houve uma segunda apresentação, em *PowerPoint*, demonstrando de forma mais aprofundada novos exemplos das estruturas, conciliando a apresentação dos modelos impressos com situações anteriores, trabalhando as principais semelhanças e diferenças em busca da reconciliação integradora dos conceitos envolvidos.

Utilizamos os modelos concretos para demonstrar, de forma mais clara, os equívocos cometidos nos desenhos 2D e na montagem feita pelos estudantes. Essa dinâmica é importante para que entendam a organização celular. Aqui, exploramos o princípio da aprendizagem pelo erro, fomentando o pensamento de que se aprende com os erros e que isso não é ruim.

Momento 10 - Passo 6 "Reconciliação Integrativa"

Concluindo a unidade, é preciso dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa. Isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados. **Pode ser por meio de uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional ou audiovisual, etc.**

O importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores. Essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente.

Essa última situação-problema contempla o décimo momento de intervenção e o sexto passo da UEPS, realizada em **duas etapas**. A primeira foca em continuar com a diferenciação progressiva, abordando novamente as características mais relevantes, de forma integradora, e buscando a reconciliação integrativa. Para alcançar esse objetivo disponibilizamos um *drive* com todos os materiais de apoio, *slides* e apresentações desenvolvidas ao longo das atividades. Ainda, disponibilizamos alguns modelos concretos para que o estudante levasse para casa.

A intenção foi fomentar, mais uma vez, o estudo do conteúdo, porém com o auxílio dos modelos concretos, que foram desenvolvidos para analisar o potencial do material no suporte durante o processo de aprendizagem. Além disso, o estudante ficou responsável por corrigir o desenho 2D da atividade anterior, conforme fosse estudando as estruturas.

A segunda etapa deveria contemplar uma nova situação problema, em um nível maior de complexidade, sendo desenvolvida de forma colaborativa e discutida pelo grupo. Para tanto, foi proposta uma apresentação nos moldes de um *workshop* final, no qual os estudantes apresentaram os modelos concretos desenvolvidos, bem como sua trajetória na pesquisa, mostrando as dificuldades, melhorias e contribuições.

Convidamos, novamente, a estudante que participou da adaptação das peças para ser possível a troca de conhecimentos e significados entre os estudantes durante a montagem das apresentações, já que queríamos explorar, mais uma vez, o protagonismo do estudante. **Nessa atividade, eles foram os responsáveis pela transmissão do conhecimento.**

Invista no protagonismo dos estudantes, eles dão conta!

Acreditávamos que o fato de o *workshop* ser preparado totalmente pelo estudante resultaria em uma apresentação mais simples devido sua limitação visual. Porém, ele fez toda uma trajetória de sua aprendizagem, explorando os materiais desenvolvidos durante as atividades e contextualizando satisfatoriamente as funções das estruturas.

**NOTA 10 EM
ESFORÇO**



O mais importante é perceber que o estudante conseguiu transmitir o conhecimento adquirido, trabalhou de forma colaborativa e desenvolveu uma maior segurança para responder os questionamentos feitos pela equipe.

Momento 11 - Passo 7 "Avaliação Somativa"

A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo o que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.

Essas questões/situações devem ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa.

Neste décimo primeiro momento da UEPS, realizamos a aplicação do questionário final (Anexo B) com o estudante, referente a avaliação somativa. O intuito de utilizar a mesma ferramenta de coleta de dados do Momento 3 - Passo 2 "Conhecendo os subsunçores" foi possibilitar uma comparação das análises realizadas por meio das respostas atribuídas pelo estudante nas questões que compuseram os dois questionários.

Apesar de termos identificado uma evolução nítida ao longo de todas as atividades, principalmente, na apresentação feita pelo estudante em seu *workshop*, entendemos ser fundamental a realização dessa comparação para estabelecer um panorama da possível evolução conceitual do estudante, possibilitando, assim, a validação da UEPS.

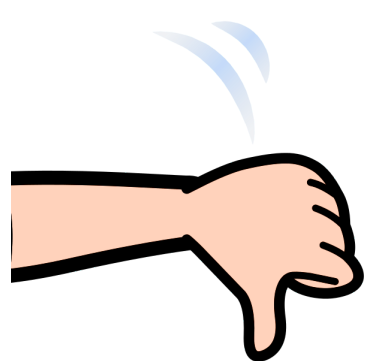
O questionário final (Anexo B) foi construído de forma a contemplar os mesmos temas do questionário inicial (Anexo A), porém com questões mais elaboradas do que aquelas apresentadas anteriormente. Caso pretenda utilizar o mesmo tipo de ferramenta, é preciso se atentar a essa ligação entre os dois questionários, para que a comparação, ao final da pesquisa, possa ser viável.

Nessa pesquisa, realizamos a aplicação dos questionários de forma remota, através de uma entrevista por videoconferência. Além de permitir o distanciamento social necessário na realidade que nos encontrávamos, é um método que permite criar uma atmosfera mais tranquila para que o estudante respondesse.

Porém, nada impede que se utilizem outras ferramentas para essa avaliação. O importante é sempre criar um ambiente confortável, onde o estudante se sinta seguro e motivado.



Inclusive, se a pesquisa for realizada com mais estudantes e seja possível optar por uma dinâmica presencial, seria interessante estimular a troca de significados de forma que o trabalho colaborativo se torne uma realidade nas demais disciplinas e atividades, com uma real inclusão do estudante com deficiência.



Dica: caso queira se basear no questionário final (Anexo B) dessa pesquisa para utilizar em uma atividade com estudantes que possuem deficiência visual, sugerimos que reformule a questão 7. Esse formato de questão não foi viável com o nosso estudante, já que ele possuía uma dificuldade com nomenclaturas e as idas e vindas das ligações fizeram com que ele ficasse confuso, prejudicando o seu desempenho.

Não curti.



Momento 12 - Passo 8 "Avaliação da própria UEPS"

A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo. Por isso a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Nessa pesquisa, a avaliação da própria UEPS ocorreu no momento 12. Essa avaliação foi feita a distância em três momentos distintos. Em reunião, por videoconferência conversamos com a equipe após a apresentação do *workshop* final, onde dialogamos sobre todo o percurso metodológico. Além disso, focando no estudante, estruturamos um formulário no *Google Forms* para que ele avaliasse a UEPS e desse sugestões de melhorias futuras. Por fim, solicitamos que o estudante gravasse um vídeo curto com seu *feedback* sobre a pesquisa como um todo.

É nítida a evolução conceitual que o estudante teve ao longo da pesquisa, principalmente, quando se observa a comparação feita na avaliação somativa. Considerando que todo o percurso foi relevante para este resultado, e para finalizar o processo de avaliação deste material, solicitamos que o estudante fornecesse um *feedback* da sua percepção sobre a pesquisa.

Quanto ao formulário de avaliação, existia uma série de sete questionamentos com diferentes formatos. As perguntas tratavam do esforço e percepção de aprendizado do estudante, sua opinião sobre os instrutores e conteúdos abordados, fatores que mais agradaram e os que poderiam melhorar e o nível de sua satisfação ao final da pesquisa.

No vídeo gravado ele contou sobre o que mais gostou nas atividades, frisando as aulas que foram ofertadas pela equipe, os cursos a distância que foram indicados para que fizesse e o curso presencial de impressão 3D. Citou, também, o quanto considerou interessante a interação com os materiais e a atividade de acabamento dos modelos concretos.

Peça um *feedback* dos estudantes que participarem de sua(s) pesquisa(s). Pode ser um vídeo, uma declaração ou um depoimento escrito, uma fala motivadora em uma pesquisa futura, etc. Dar voz ao estudante é importante e estimula o interesse dos estudantes em participarem de pesquisas.

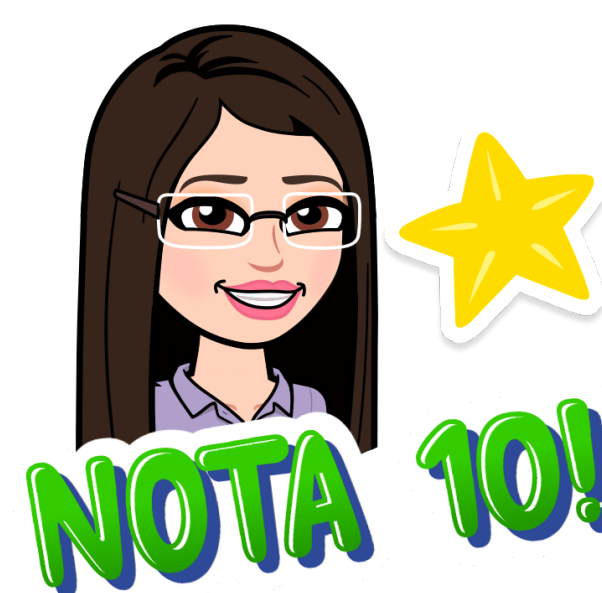
Momento 13 - *Feedback* ao Estudante

Esse último momento da UEPS não é previsto como um passo, mas escolhemos incluir mais essa etapa adicional. Decidimos ser fundamental concluir o processo de aprendizagem do estudante da melhor forma possível, contribuindo para uma aprendizagem realmente significativa. Considerando a trajetória do estudante e a evolução conceitual, que apresentou em pouco tempo, foram poucos os conceitos parciais que restaram. Assim, foi possível identificar pontos específicos que precisavam de complementação.

Quando entramos em contato com o estudante, ele demonstrou estar interessado em participar desse momento de *feedback*. Então, a equipe preparou um material simplificado contendo apenas os conceitos que não ficaram completos.

A aula foi realizada a distância, por videoconferência, e o estudante participou com seus modelos concretos em mãos para auxiliar na identificação das estruturas. Acreditamos que essa etapa ajudou a sanar os últimos equívocos de forma satisfatória.

Caso tenha essa oportunidade, realize um *feedback* com seus estudantes. Eles merecem depois de terem se dedicado em tantas etapas da sua pesquisa.



Síntese da UEPS

Momento - Passo da UEPS	Atividades Desenvolvidas
1 - Etapa adicional “Quebrando barreiras comunicacionais”	Atividade adicional para conhecer as limitações/preferências do estudante (Anexo C)
2- Passo 1 "Apresentação da proposta à equipe"	Apresentação da equipe e do projeto (<i>PowerPoint</i>); Descrição dos passos da UEPS; Encaminhamentos dos encontros
3 - Passo 2 "Conhecendo os subsunçores"	Análise dos conhecimentos prévios por meio da aplicação do questionário inicial (Anexo A)
4 - Etapa adicional “Resgatando organizadores prévios”	Minicurso “Introdução à Biologia Celular”
5 - Etapa adicional “Conhecendo o mundo da impressão 3D”	Minicurso presencial de Impressão 3D para a equipe
6 - Passo 3 "Situação-problema introdutória"	Questionamento introdutório “A Célula”; Discussões sobre os levantamentos anteriores
7 - Passo 4 "Diferenciação Progressiva"	Criando um desenho 2D de uma célula animal e vegetal; Definição das cores dos modelos concretos.
8 - Etapa adicional “Morfologia das Células”	Dinâmica de reconhecimento das estruturas celulares; Aula expositiva sobre as estruturas
9 - Passo 5 "Nova situação-problema (mais complexa)"	Novo questionamento do conteúdo de forma mais complexa e apresentação do desenho 2D; Análise e discussão da equipe sobre os desenhos; Experimento prático com a adaptação dos modelos concretos e sua relação com o conteúdo
10 - Passo 6 "Reconciliação Integrativa"	Retomada das características essenciais do tema escolhido; Apresentação por parte do estudante dos modelos concretos finalizados
11 - Passo 7 "Avaliação Somativa"	Análise da evolução conceitual por meio do questionário final (Anexo B)
12 - Passo 8 "Avaliação da própria UEPS"	Análise de todo o percurso metodológico; Resposta ao formulário de avaliação da UEPS e sugestões de melhorias futuras; Entrega de vídeo de <i>feedback</i> do estudante
13 - Etapa adicional " <i>Feedback</i> ao Estudante"	Devolutiva sobre a análise das respostas do Questionário final e reforço de conceitos parciais; Apresentação e repasse das demandas para adaptações da página web

Considerações Finais

Quanto às considerações sobre este Produto Educacional, nos propomos a construir um material inclusivo de apoio pedagógico que fosse realmente efetivo e atrativo. Assim, focamos em torná-lo chamativo, divertido e interessante, mas sem perder seu objetivo instrucional. Tentamos deixá-lo compacto, de forma que não fosse muito extenso a ponto de causar desinteresse nos leitores. Além disso, tomamos cuidado em dar suporte à proposta da UEPS, incluindo o guia virtual de impressão 3D, para que a falta de conhecimento da aplicação desta ferramenta não seja um fator desestimulante para o seu uso.

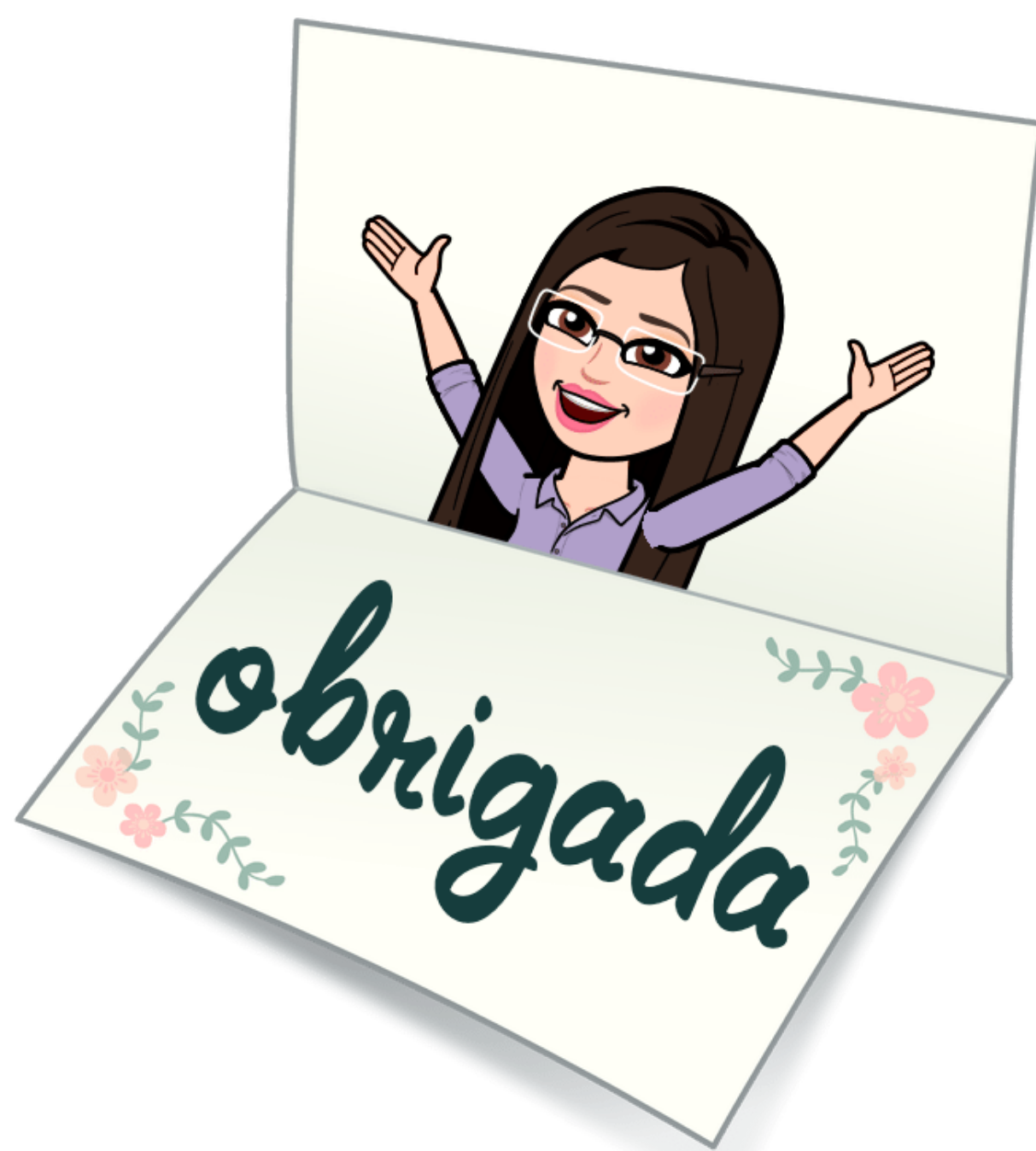
Esperamos que essa proposta de sequência didática seja vista como um norte na proposição de atividades, visando a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual, e não como um material estático, mecânico, que deve ser seguido à risca. As adaptações podem e devem ser realizadas para atendimento das demandas de cada docente e discente e/ou para se adequar ao contexto que estiverem inseridos.

Por fim, acreditamos que essas práticas devam transpor os muros das escolas e sejam aplicadas nos demais setores da sociedade, ao longo de toda vida daqueles que a necessitem. Temos esperança que esse tipo de pesquisa seja levada para um público maior e que essa UEPS Inclusiva sirva de inspiração e estímulo visando a expansão de pesquisas com essa temática.

“

....o foco deveria estar na aprendizagem significativa subversiva, ou crítica como me parece melhor, aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas (MOREIRA, 2010, p. 20).

”



Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducspecial.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

BUEHLER, Erin et al. Investigating the implications of 3D printing in special education. **ACM Transactions on Accessible Computing**, v. 8, n. 3, p. 28, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa crítica**. Publicada também em Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, n. 6, p. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 2. ed. Porto Alegre, 2010. ISBN 85-904420-7-1.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente signifivos – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

ORLANDO, Tereza Cristina et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, fev. 2009.

OSTUZZI, Francesca et al. +TUO project: low cost 3D printers as helpful tool for small communities with rheumatic diseases, **Rapid Prototyping Journal**, v. 21, n. 5, p. 491-505, 2015.

Anexo A – Questionário Inicial

PARTE 1 – INFORMAÇÕES PESSOAIS

IFMS - Campus Campo Grande

Curso: _____

Semestre/Ano: _____ Idade: _____

Grau de perda da visão: _____

Com que idade foi diagnosticada a perda de visão? _____

Na sua residência existe (m) alguma (s) adaptação (ões)? _____. Quais? _____

Utiliza algum material adaptado em sua escola? _____ ? Quais? _____

PARTE 2 – CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE BIOLOGIA CELULAR

01. Considerando seus conhecimentos sobre conceitos de biologia:

a) Existe na Biologia uma discussão sobre o que é e o que não é um ser vivo. Na sua compreensão, o que determina que um ser seja considerado vivo? Por quê?

b) Nós estamos passando por uma pandemia causada pelo vírus da COVID-19. Em sua compreensão, esse vírus é um ser vivo ou não? Por quê?

c) Existem seres vivos que, ao tocar se percebe o quanto são grandes (cachorros, gatos, pássaros), outros que passam despercebidos (pernilongos, formigas) e os que só se consegue perceber com o auxílio de um microscópio, como as bactérias. Há alguma diferença na classificação sobre a quantidade de células para os seres vivos citados, com tamanhos tão diferentes? Explique.

d) Pneumonia e a Malária são doenças presentes em bolsões de pobreza no Brasil. A primeira é provocada por uma bactéria e a outra por um protozoário. São dois seres vivos unicelulares, mas que possuem várias diferenças entre suas células. Você sabe qual seria a principal diferença entre as células de uma bactéria e de um protozoário? Explique.

e) Quando você imagina uma célula, quais são as partes dessa que surgem em sua memória? Cite-as.

f) A célula é um compartimento fechado ou essa estabelece trocas entre seu conteúdo interno e externo? Há alguma parte ou estrutura envolvida neste processo? Comente o que você conhece sobre isso.

g) Toda célula tem um citoplasma. O que existe dentro desse citoplasma?

h) Baseado na pergunta anterior, caso você conheça alguma(s) estrutura(s) que existe(m) dentro da célula, cite o(s) nome(s) e a(s) função(ões) das estruturas que você conhece.

i) Existe uma diversidade enorme de seres vivos no planeta Terra. São diferentes na forma de locomoção, reprodução, alimentação, entre outros. Uma das diferenças mais visíveis é entre nós, humanos, e as plantas. Sob o ponto de vista da Biologia celular, quais são as diferenças entre as células dos humanos e das plantas? Explique.

j) O que você conhece sobre o material genético de uma célula? Como esse é denominado e onde esse se encontra armazenado no interior dessa?

k) Você conhece algumas células diferentes que compõem seu corpo? Em caso positivo, cite-as.

Anexo B – Questionário Final

Considerando a aplicação da sequência didática realizada ao longo do projeto e a interação com os modelos concretos das células desenvolvidos na impressora 3D, responda as perguntas a seguir:

1.Depois do que aprendeu sobre biologia celular, descreva o que você entende por célula.

2.Os vírus apresentam citoplasma? Caso apresente, existe diferença (s) entre o citoplasma presente no vírus e o que está presente em outros seres vivos? Explique sua resposta.

3.Nos modelos concretos desenvolvidos, foi possível identificar as estruturas de uma célula. A partir disso, responda:

a)Para que serve a Membrana Plasmática?

b)Onde encontra-se o material genético?

c) As organelas ficam mergulhadas onde?

4.Você sabe o que é citosol? Em caso positivo, escreva o que sabe sobre esse termo.

5. Existe alguma ligação entre membrana plasmática, núcleo e citoplasma? Se sim, qual (is)?

6. Um estudante teve acesso aos modelos concretos das células eucariontes no espaço IFMaker, mas precisava identificar se aquela em sua mão era uma célula animal ou vegetal. Ele então fez algumas anotações:

I - A célula possui ribossomos;

II - A célula apresenta lisossomo;

III - A célula apresenta retículo endoplasmático;

IV - A célula tem apenas membrana plasmática como envoltório.

Considerando as características apresentadas pelo estudante, indique que tipo de célula ele observou e justifique:

a) vegetal, pois não apresenta parede celular;

b) vegetal, devido à presença de lisossomo;

c) vegetal, já que possui retículo endoplasmático;

d) animal, pois apresenta lisossomo, mas não existe parede celular;

e) animal, devido à presença de ribossomos, que são exclusivos desse tipo de célula.

7. Faça a ligação entre os termos apresentados de “A” à “L” com suas respectivas descrições:

A-Membrana Plasmática

B-Citoplasma

C-Núcleo

D-Ribossomos

E-Retículo Endoplasmático

F-Complexo Golgiense

G-Lisossomos

H-Peroxisomos

I-Mitocôndrias

J-Cloroplastos

K-Centríolos

L- Parede Celular

() Presente nas plantas. Realizam o processo de fotossíntese.

() Onde se localiza o material genético.

() Responsável pela fabricação de proteínas.

() Produz energia para a célula através do processo de respiração que executa.

() Executa a desintoxicação de álcool e decomposição do peróxido de hidrogênio.

() Controla a entrada e saída de substâncias.

() É formado por celulose e tem a função de proteger e dar forma para a célula vegetal.

() Possui a capacidade de degradação de partículas, realizando a digestão intracelular.

() Auxiliam na divisão celular e na formação dos cílios e flagelos.

() Possui aspecto gelatinoso, também chamado citosol, onde se encontram as organelas.

() Armazena e faz a secreção das proteínas produzidas no retículo endoplasmático rugoso.

() Têm função de síntese e transporte de várias substâncias.

8. Baseado na sua resposta anterior, compare as organelas citoplasmáticas com os órgãos do corpo humano. Explique o porquê da comparação e tente estabelecer quais relações você observa entre organelas das células e os órgãos do corpo.

Anexo C– Roteiro de Entrevista

1 IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE

IFMS - Campus Campo Grande
Curso: _____
Semestre/Ano: _____ Idade: _____

2 PERGUNTAS AO ESTUDANTE

- Sua baixa visão é congênita (nascimento) ou adquirida? No caso de ser adquirida, o que causou?

- Grau de perda da visão: _____
- Com que idade foi diagnosticada a perda de visão? _____
- Qual (is) tipo (s) de material (is) não consegue utilizar ou tem dificuldades?

- Qual (is) tipo (s) de material (is) prefere utilizar?

- Existe alguma cor que não consegue identificar? _____
- Qual (is) cor (es) facilita (m) sua leitura, identificação de figuras etc.? _____
- Utiliza mais o tato ou a audição para compensar a baixa visão? _____. Já teve contato com modelos concretos? _____. Como foi?

- Em algum momento não conseguiu desenvolver alguma atividade escolar (prática/teórica) por não ter material adequado? O que foi e em qual disciplina?

- Sempre teve professor de apoio para auxiliá-lo? _____
- Esse (s) professor (es) atende (m) apenas você? _____
- Solicitou algum material adaptado ou Tecnologia Assistiva em sua escola? _____. Quais?

- Gostaria de ter acesso a algum tipo de material que não tem disponível? _____. Qual?

- O que acha da impressão 3D? Acredita que este projeto contribuirá com a aprendizagem do estudante de baixa visão?

3 CONTRIBUIÇÕES DA PROFESSORA DE APOIO

- Quais condutas acredita que os outros participantes do projeto devem ter para facilitar o desenvolvimento das atividades e de que forma podemos atender melhor esse estudante?

- Em relação ao projeto, alguma sugestão, consideração ou solicitação?

