

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**ADAPTAÇÃO DE ABORDAGEM INVESTIGATIVA AO MODELO DO ENSINO  
EXPLÍCITO PARA AULA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA NO  
ENSINO MÉDIO**

**ÁLISSON LUIZ DOS SANTOS**

**MACEIÓ - AL  
2020**

**ÁLISSON LUIZ DOS SANTOS**

**ADAPTAÇÃO DE ABORDAGEM INVESTIGATIVA AO MODELO DO ENSINO  
EXPLÍCITO PARA AULA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA NO  
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM -  
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de  
Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto  
de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), da  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como  
requisito parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Biologia.

**Área de concentração:** Ensino de Biologia

**Orientador:** Prof. Dr. Daniel Leite Góes Gitaí

**Coorientadora:** Profa. Dra. Melissa Fontes Landell

**MACEIÓ - AL  
2020**

Autorizo reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 - 1767

S237a Santos, Álisson Luiz dos.  
Adaptação de abordagem investigativa ao modelo do ensino explícito para aula sobre fluxo da informação genética do ensino médio / Álisson Luiz dos Santos. – 2020.  
116 f. : il. color

Orientador: Daniel Leite Góes Gitai.  
Co-orientadora: Melissa Fontes Landell.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 86-89.  
Apêndices: f. 90-115.  
Anexo: f. 116

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Biologia celular e molecular. 3. Ensino explícito. 4. Abordagem pedagógica. 5. Proteínas - Síntese. I. Título.

CDU: 372.857.721

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ÁLISSON LUIZ DOS SANTOS**

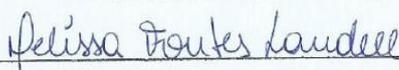
**ADAPTAÇÃO DE ABORDAGEM INVESTIGATIVA AO MODELO DO ENSINO  
EXPLÍCITO PARA AULA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA NO  
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido  
ao corpo docente do programa de Mestrado  
Profissional em Ensino de Biologia em Rede  
Nacional (PROFBIO), da Universidade Federal  
de Alagoas, aprovado em 28 de outubro de  
2020.



---

Prof. Dr. Daniel Leite Góes Gitai (Orientador)  
Universidade Federal de Alagoas



---

Profa. Dra. Melissa Fontes Landell (Coorientadora)  
Universidade Federal de Alagoas

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dra. Mykaella Andrade Araújo (Membro Externo)  
Faculdade Pitágoras



---

Prof. Dr. Marcos Vinícius Carneiro Vital (Membro Interno)  
Universidade Federal de Alagoas

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, Aluisio e Madalena, a minha filha Alice, minha esposa Gislaine e toda minha família. Aos meus orientadores, professores e companheiros de mestrado. Aos meus amigos, colegas de trabalho, e todos os meus alunos.



## RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Mestrando: Álisson Luiz dos Santos
Título do TCM: Adaptação de Abordagem Investigativa ao modelo do Ensino Explícito para aula sobre Fluxo da Informação Genética no Ensino Médio.
Data da defesa: 28 de outubro de 2020
<p>Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas em 2005 e com especialização em Biologia Ambiental em 2009, sentia necessidade de atualização de conhecimentos teóricos e de práticas pedagógicas, que viessem contribuir no meu exercício da docência. Vale ressaltar que tal atualização é muito importante para os docentes de Biologia, tendo em vista que essa disciplina é dinâmica e viva.</p> <p>Não me planejei para fazer parte do curso de mestrado, aconteceu simplesmente ao acaso. Não conhecia o programa do PROFBIO, e ocasionalmente percebi a seleção pela internet. A vida acadêmica em uma Universidade Federal parecia longe da minha realidade, já que sempre morei no interior, e minha graduação e especialização havia sido em faculdades de pequeno porte, sempre próximos de onde residia. Acreditava que as vagas de mestrado eram mais fáceis para quem já se encontrava nesse meio acadêmico e envolvido em pesquisas. O processo de seleção do PROFBIO acaba sendo um meio democrático de acesso, uma vez que ocorre por meio de uma prova de avaliação de conhecimentos.</p> <p>Foram muitos obstáculos que tive que enfrentar durante essa jornada acadêmica, por exemplo: adaptação em um ambiente acadêmico, superar diversas limitações, e o mais difícil foi conciliar a vida pessoal, a rotina de professor de ensino fundamental e médio de duas escolas públicas e a vida de mestrando, onde requer muita organização, sacrifício, dedicação e muito apoio. Fui persistente, pois sabia o quanto esse curso poderia contribuir para aprimorar meus conhecimentos e abrir novos caminhos na minha prática docente.</p> <p>Ao longo desses dois anos em que estive participando do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, foi um período de grande transformação e crescimento pessoal e profissional. A oportunidade de conhecer e conviver com pessoas de uma realidade diferente na qual eu estava inserido, faz desenvolver novas formas de pensar e agir. Os docentes do curso contribuíram bastante com meu aprendizado. As trocas de experiências e informações com os colegas de mestrado também foram incríveis para minha prática docente. O prazer pelo conhecer é contagioso, e era exatamente assim que eu estava me sentindo, contagiado em aprender.</p> <p>Dessa forma, posso concluir que a experiência com o mestrado profissional foi muito desafiadora e extremamente gratificante. Pois, a partir desse crescimento pessoal e profissional, abrem novas possibilidades de aprendizado para meus alunos, proporcionando uma imensa satisfação pessoal. A oportunidade de estudar e se renovar, trouxe mais segurança e orgulho pessoal.</p>



“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida, por me guiar nas decisões, por me sustentar nos momentos de dificuldades e por todas as conquistas alcançadas, uma delas a oportunidade de concluir esse curso de mestrado. Sou grato pela minha família, pela saúde, proteção e sabedoria.

Aos meus pais, Aluisio e Madalena, pelo amor, cuidado, dedicação e muito apoio em todos os momentos da minha vida, sem o qual não chegaria até aqui. Me ensinaram desde cedo, a importância dos estudos e os valores humanos essenciais. Jamais seria capaz de retribuir tudo que fizeram e continuam a fazer por mim.

Agradeço a minha esposa Gislaine Natalle, pelo zelo, apoio, compreensão, paciência durante todo o período de estudo, e por me fazer acreditar que seria possível. À minha filha Alice Beatriz, meu bem mais precioso, por ter suportado minha ausência em muitos momentos do curso. Você é minha grande inspiração para seguir em frente.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Leite Góes Gitaí, pelos ensinamentos, experiência, paciência, apoio e acompanhamento durante o processo de construção deste trabalho. Terei como exemplo de profissional competente e de grande intelectualidade. À minha coorientadora Profa. Dra. Melissa Fontes Landell, pelos ensinamentos, colaboração e apreciação na construção da dissertação do TCM.

A todos os professores do curso de mestrado profissional em Ensino de Biologia, pelo aprendizado, apoio e contribuição em minha vida profissional. Aos colegas de turma, meus sinceros agradecimentos pelos bons momentos que compartilhamos durante o curso. Todas as trocas de experiências, amizade e palavras de incentivo foram muito importantes para mim.

Aos parceiros de pesquisa, George Carvalho e Henrique Azevedo por todo apoio, colaboração e aprendizado. Aos amigos Bonifácio Neto, Márcio Rodrigo e Meclycia Shamara por toda ajuda em algumas etapas da construção desse trabalho.

À toda equipe da Escola Estadual Aristheu de Andrade, pelo apoio e compreensão às minhas necessidades e limitações.

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma maneira contribuíram para a conclusão deste trabalho e que sempre estiveram torcendo por mim.

Finalmente agradeço aos meus queridos alunos, que foram fundamentais para este trabalho. Sem a participação e compreensão de vocês nas atividades propostas, não teria concretizado este trabalho.

Muito obrigado!

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”*

***Martin Luther King***

## RESUMO

Tornar o Ensino da Biologia interessante e significativo para os alunos do Ensino Médio é um desafio constante para os docentes. A busca por abordagens e estratégias metodológicas eficazes deve considerar fatores que comprovadamente promovam a alfabetização científica (AC) e favoreçam a aprendizagem significativa dos educandos. As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) vem demonstrando serem capazes de impulsionar a alfabetização científica, cuja intencionalidade pedagógica busca estimular o estudante a refletir e ser o protagonista de sua aprendizagem. Diversos estudos de meta-análise<sup>1</sup> e mega-análise<sup>2</sup> também tem mostrado que o chamado “fator professor” é o que produz maior impacto sobre a performance escolar dos alunos, abrindo perspectivas para novas estratégias de ensino que potencializem o papel do professor. Partindo do pressuposto que o docente é quem define os recursos didáticos e as estratégias que serão adotadas em sala de aula, há a necessidade da busca de procedimentos cognitivos que potencializem a construção do conhecimento. A abordagem pedagógica do Ensino Explícito foi desenvolvida para maximizar a aprendizagem através de uma estrutura de três etapas sequenciadas e integradas: modelagem, prática guiada e prática autônoma. O presente estudo objetivou adaptar uma abordagem investigativa ao modelo do Ensino Explícito para aulas de Biologia e avaliar sua aplicação em sala de aula. Para isto, selecionamos o tema “Fluxo da Informação Genética”, regularmente abordado no ensino médio. Inicialmente, foi feita uma análise exegética para identificar os conceitos primários e derivados e para construção de um mapa conceitual hierárquico. Definiu-se a melhor estratégia de aula com base em atividades simuladas que permitiam o confronto dialético entre os fundamentos teóricos do Ensino Explícito aplicado a Biologia e a prática docente. A estratégia foi aplicada em grupos de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Aristheu de Andrade – Colônia Leopoldina/AL. As turmas foram selecionadas aleatoriamente para receber as aulas baseadas em Ensino Explícito integrado a atividades investigativas (grupo experimental, n=50) ou metodologia convencional (grupo controle, n=45). Realizou-se uma análise qualitativa e quantitativa dos resultados do desempenho dos estudantes, a pontuação média nos testes foi comparada entre os grupos experimentais e controle através de test t de Student. Os resultados do estudo confirmam a ideia de que a utilização do Ensino Explícito associado a uma abordagem investigativa potencializa o desempenho escolar dos estudantes para tópicos da disciplina considerados complexos e de difícil assimilação. Como produto educacional foi produzida uma cartilha didática com o plano e roteiro das aulas para os docentes, visando contribuir no aperfeiçoamento e apropriação de novas abordagens de ensino e aprendizagem.

**Palavras-Chave:** Ensino de Biologia. BCM. Ensino Explícito. Abordagem Investigativa. Informação Genética.

---

<sup>1</sup> “Meta-análise é uma compilação de textos científicos através de uma técnica estatística que permite quantificar os resultados provenientes de várias pesquisas experimentais e quase experimentais que já tenham estudado um efeito de uma variável” (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 35-36).

<sup>2</sup> “Mega-análise é uma síntese de resultados provenientes de diferentes meta-análises” (Ibid., p. 35).

## ABSTRACT

Making Biology Teaching interesting and meaningful for high school students is a constant challenge for teachers. The search for effective methodological approaches and strategies must consider factors that have been proven to promote scientific literacy (SL) and favor significant learning for students. The Investigative Teaching Sequences (ITS) have been shown to be capable of boosting scientific literacy, whose pedagogical intent seeks to encourage students to reflect and be the protagonist of their learning. Several meta-analysis<sup>1</sup> and mega-analysis<sup>2</sup> studies have also shown that the so-called “teacher factor” is the one that has the greatest impact on students' school performance, opening perspectives for new teaching strategies that enhance the teacher's role. Based on the assumption that the teacher is the one who defines the didactic resources and the strategies that will be adopted in the classroom, there is a need to search for cognitive procedures that enhance the construction of knowledge. The pedagogical approach of Explicit Teaching was developed to maximize learning through a structure of three sequenced and integrated steps: modeling, guided practice and autonomous practice. The present study aimed to adapt an investigative approach to the Explicit Teaching model for Biology classes and to evaluate its application in the classroom. For this, we selected the theme “Flow of Genetic Information”, regularly addressed in high school. Initially, an exegetical analysis was performed to identify the primary and derived concepts and to build a hierarchical conceptual map. The best lesson strategy was defined based on simulated activities that allowed the dialectical confrontation between the theoretical foundations of Explicit Teaching applied to Biology and teaching practice. The strategy was applied to groups of high school students at the Aristheu de Andrade State School - Colônia Leopoldina / AL. The classes were randomly selected to receive classes based on Explicit Teaching integrated with investigative activities (experimental group, n = 50) or conventional methodology (control group, n = 45). A qualitative and quantitative analysis of the students' performance results was performed, the average score on the tests was compared between the experimental and control groups using Student's t test. The results of the study, reinforce the idea that the use of Explicit Teaching associated with an investigative approach enhances students' school performance for subjects of the discipline considered complex and difficult to assimilate. As an educational product, a didactic booklet was produced with the lesson plan and script for the teachers, aiming to contribute to the improvement and appropriation of new teaching and learning approaches.

**Keywords:** Biology Teaching. BCM. Explicit Teaching. Investigative Approach. Genetic information.

---

<sup>1</sup>“Meta-analysis is a compilation of scientific texts using a statistical technique that allows quantifying the results from various experimental and almost experimental researches that have already studied an effect of a variable” (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 35- 36).

<sup>2</sup>“Mega-analysis is a synthesis of results from different meta-analyzes” (Ibid., P. 35).

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Sequência de abordagem dos conceitos .....	27
<b>Figura 2</b> – O modelo PIC (Preparação, Interação e Consolidação) do Ensino Explícito .....	28
<b>Figura 3</b> – Parte do sumário do livro didático de Biologia adotado pela Escola Estadual Aristheu de Andrade que aborda os conteúdos sobre Fluxo da Informação Genética .....	41
<b>Figura 4</b> – Mapa conceitual hierárquico representando os conceitos comuns, os conceitos primários e os conceitos derivados do tema Fluxo da Informação Genética .....	42
<b>Figura 5</b> – Escolas Alvos da Pesquisa .....	49
<b>Figura 6</b> – Comparação das médias anuais de Biologia do ano anterior (2019) dos alunos participantes da pesquisa, organizadas conforme o grupo controle e experimental em que estão inseridos .....	62
<b>Figura 7</b> – Resultado do questionário socioeconômico referentes aos itens avaliados por meio de escala Likert (0 a 5) .....	63
<b>Figura 8</b> – Aplicação das aulas através do ensino convencional .....	64
<b>Figura 9</b> – Atividade de esquematização da molécula do DNA e formação do RNAm .....	65
<b>Figura 10</b> – Ensino Explícito: Abertura da aula — dinâmica: construção de objetos com bloquinhos de montar .....	66
<b>Figura 11</b> – Aplicação do plano de aula baseado no Ensino Explícito com adaptação de abordagem investigativa .....	68
<b>Figura 12</b> – Material didático utilizado na prática guiada .....	69
<b>Figura 13</b> – Prática Guiada: Simulação do Fluxo da Informação Genética .....	70
<b>Figura 14</b> – Resultados das notas do questionário de avaliação da aprendizagem dos grupos analisados .....	71
<b>Figura 15</b> – Resultados das notas do questionário de avaliação da aprendizagem por categorização .....	72
<b>Figura 16</b> – Resultados do questionário de avaliação da aprendizagem sobre o tema Organelas Citoplasmática, dos grupos controle e experimental na Escola Estadual Professor Edmilson de V. Pontes, Maceió/AL .....	74
<b>Figura 17</b> – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao método de aula utilizado pelo docente .....	75
<b>Figura 18</b> – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao domínio do conteúdo pelo docente e a postura do docente relacionado a clareza das orientações em cada etapa da aula .....	76
<b>Figura 19</b> – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes a avaliação do aluno em relação ao seu aprendizado .....	77
<b>Figura 20</b> – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao grau de interesse do aluno sobre o conteúdo estudado e ao grau de comprometimento do aluno na aula .....	78

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	– Síntese da Fase de Interação (I) do modelo PIC .....	32
<b>Quadro 2</b>	– Estrutura de aula em Ensino Explícito - Etapa de Interação (I) .....	33
<b>Quadro 3</b>	– Delineamento organizacional da pesquisa .....	39
<b>Quadro 4</b>	– Atividades desenvolvidas em cada uma das etapas da pesquisa .....	39
<b>Quadro 5</b>	– Plano de aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no ensino convencional .....	45
<b>Quadro 6</b>	– Plano de aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no Ensino Explícito adaptado com uma abordagem investigativa .....	46
<b>Quadro 7</b>	– Organização do Local e Participantes da Pesquisa .....	49
<b>Quadro 8</b>	– Respostas da questão discursiva do questionário de avaliação da aprendizagem expressos por alguns estudantes do grupo controle e experimental .....	73
<b>Quadro 9</b>	– Resultados expressos por alguns estudantes relativos aos pontos positivos sobre a abordagem de ensino convencional e Ensino Explícito .....	81
<b>Quadro 10</b>	– Resultados expressos por alguns estudantes relativos aos pontos negativos sobre a abordagem de ensino convencional e Ensino Explícito .....	82

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Perfil e condições socioeconômicas dos participantes da pesquisa .....	56
<b>Tabela 2</b> – Aspectos da vida escolar dos participantes da pesquisa .....	58
<b>Tabela 3</b> – Resultado das questões discursivas do questionário de avaliação da aplicação das aulas nos grupos controle e experimental .....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AC</b>	Alfabetização Científica
<b>BCM</b>	Biologia Celular e Molecular
<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>CAAE</b>	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
<b>CEP</b>	Conselho de Ética em Pesquisa
<b>DNA</b>	Ácido desoxirribonucleico
<b>EJA</b>	Educação de Jovens e Adultos
<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio
<b>IDEB</b>	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
<b>PIC</b>	Preparação, Interação e Consolidação
<b>PROFBIO</b>	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
<b>RNA</b>	Ácido ribonucleico
<b>RNA<sub>m</sub></b>	Ácido ribonucleico mensageiro
<b>RNA<sub>r</sub></b>	Ácido ribonucleico ribossomal
<b>RNA<sub>t</sub></b>	Ácido ribonucleico transportador
<b>SAGEAL</b>	Sistema de Gestão do Estado de Alagoas
<b>SEI</b>	Sequência de Ensino Investigativa
<b>TALE</b>	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TDIC</b>	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
<b>UFAL</b>	Universidade Federal de Alagoas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1	Biologia: uma ciência em progressiva transformação e os desafios da educação	19
2.2	Estratégias de Ensino em Biologia e a Abordagem Investigativa.....	21
2.3	O Ensino Explícito como Abordagem Pedagógica .....	25
2.3.1	Pressuposto do Ensino Explícito .....	25
2.3.2	Fundamento do Ensino Explícito .....	26
2.3.3	Estruturação do Ensino Explícito .....	27
2.4	Integração do Ensino Investigativo ao Ensino Explícito .....	34
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	37
3.1	Objetivo Geral .....	37
3.2	Objetivos Específicos .....	37
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	38
4.1	Considerações Éticas .....	38
4.2	Delineamento da Pesquisa .....	38
4.3	Preparação dos planos de Ensino Explícito adaptado com uma abordagem investigativa para Fluxo da Informação Genética .....	40
4.3.1	Identificação dos conceitos (comuns e técnicos) e construção de mapa conceitual hierárquico sobre Fluxo da Informação Genética .....	40
4.3.2	Determinação das ferramentas estruturantes e implementação das atividades investigativas .....	42
4.3.3	Organização do plano de aulas sobre Fluxo da Informação Genética ....	44
4.4	Aplicação do plano de Ensino Explícito adaptado (e de ensino convencional, controle) durante as aulas de Biologia em turmas do Ensino Médio .....	48
4.4.1	Local da pesquisa .....	48
4.4.2	Participante da pesquisa .....	49

4.5	Avaliação dos resultados do desempenho dos alunos entre o Ensino Convencional e o Ensino Explícito adaptado com abordagem investigativa utilizando métodos quantitativos e qualitativos .....	51
4.6	Construção de uma cartilha (manual) de aplicação com roteiro, plano de aula e fundamentação teórica baseado no Ensino Explícito adaptado com atividades investigativas .....	54
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>56</b>
5.1	Perfil dos participantes da pesquisa .....	56
5.2	Aplicação dos planos de aulas baseados no ensino convencional e Ensino Explícito associado a abordagem investigativa sobre Fluxo da Informação Genética .....	64
5.3	Resultados do questionário de avaliação da aprendizagem dos grupos controle e experimental .....	70
5.4	Resultados do questionário de avaliação da aplicação dos planos de aulas dos grupos controle e experimental .....	75
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE A:</b> Questionário de Avaliação da Aprendizagem .....	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE B:</b> Questionário Socioeconômico.....	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE C:</b> Questionário de Avaliação da Aplicação do Plano de Aula .....	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE D:</b> Tapete Didático Interativo .....	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE E:</b> Produto Educacional (Cartilha didática) .....	<b>96</b>
	<b>ANEXO – Parecer Consubstanciado do CEP</b> .....	<b>116</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Biologia tem como objeto de estudo o fenômeno da VIDA, buscando compreender processos que integram dimensões microscópicas ao universo das relações entre os seres vivos com o ambiente. É uma ciência vasta e complexa que não possui limites definidos visto que seu percurso histórico apresenta processos de acúmulo de conhecimentos, mudanças e rupturas.

A compreensão dos fenômenos biológicos tem sofrido constantes modificações decorrentes da evolução dos paradigmas científico-tecnológicos, o que tem impactado fortemente a realidade educacional contemporânea, trazendo para o coração desta ciência o caráter falibilista e a necessidade contínua de atualização.

Esse desafio perpassa pelas diferentes especialidades das ciências biológicas. Entretanto, em algumas áreas da Biologia o processo ensino-aprendizagem se torna ainda mais complexo, tendo como exemplo a Biologia Celular e Molecular (BCM) dado o elevado nível de abstração para entendimento das estruturas e processos subcelulares (JUSTINA; FERLA, 2006). A preocupação em assimilar os termos técnicos e conceitos sobrepõe a motivação de perceber os aspectos celulares e moleculares como essencial ao funcionamento do organismo.

O Ensino de Biologia deve ser voltado a formação de cidadãos mais conscientes, mais críticos, capazes de decidir ou influenciar decisões para melhor aproveitamento dos conhecimentos científicos. Krasilchik (1987) destaca a necessidade de compreensão de conceitos básicos, vivenciar o método científico e analisar as implicações da ciência e tecnologia na sociedade.

Com base nessas constatações, é importante lançar mão de estratégias e abordagens didáticas que auxiliem na construção do conhecimento, de modo a esclarecer de maneira mais clara e acessível os fenômenos biológicos, unindo muitas vezes os aspectos lúdicos aos cognitivos e buscando contextualizar o conteúdo com a realidade do aluno.

Partindo do pressuposto que o docente é quem define os recursos didáticos e as estratégias que serão adotadas em sala de aula, há a necessidade de procedimentos cognitivos que potencializem a construção do conhecimento, contextualizando com as especificidades e vivência do educando. Não resta dúvidas de que a Biologia oferece muitas oportunidades de abordagens didáticas, devido ao seu conteúdo rico e diversificado. O fato é que a utilização de

diferentes abordagens não garante a efetiva construção do conhecimento. Não é a estratégia em si que indica o maior ou menor aprendizado dos estudantes, mas a postura que o docente adota durante a aula.

Em conformidade com o exposto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) ressalta a importância de promover o letramento científico dos professores e estudantes. Independente de qualquer proposta metodológica, o ponto de partida é um ensino investigativo capaz de promover a Alfabetização Científica (AC) cuja intencionalidade pedagógica busca estimular o estudante a refletir, a pensar de maneira crítica, formando cidadãos mais conscientes e capazes de utilizar os conhecimentos e práticas científicas para intervir na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Estudos de mega-análises de Frase et al. (1987); Wang, Haertel e Walberg (1993) e Hattie (2003) e (2012) compararam quantitativamente o impacto de diferentes fatores no desempenho escolar de milhares de alunos em diferentes contextos socioeconômico e geográfico. Os resultados apontam que o docente é o fator de maior impacto sobre o desempenho dos alunos, o que originou o conceito “efeito professor” no processo de ensino aprendizagem (GAUTHIER; BISSONETE; RICHARD, 2014). Motivados por esses achados, muitos estudiosos vêm destacando abordagens de ensino, cujas estratégias potencializam o papel figura do professor, tais como as que se baseiam em ensino sistemático, estruturado e diretivo.

A abordagem do Ensino Explícito é estruturada em etapas sequenciadas e profundamente integradas. Segundo esse método, o professor busca, de modo intencional, apoiar o aprendizado dos alunos através de uma série de ações em três grandes momentos: a preparação e planejamento; o ensino propriamente dito; e o acompanhamento e consolidação (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 63).

Além do mais, as etapas que compõem o Ensino Explícito podem ser enriquecidas com abordagens didáticas complementares, sempre com o objetivo de maximizar o aprendizado dos alunos em sala de aula. Conforme frisado por Gauthier, Bissonnette e Richard (2014) professores eficazes sempre acrescentam à receita um toque pessoal.

Em conformidade com essa ideia, o presente trabalho visa investigar a viabilidade de adaptação de uma abordagem investigativa ao Ensino Explícito. Selecionamos o tema de aula “Fluxo da Informação Genética” uma vez que faz parte dos conteúdos curriculares de Biologia,

e permitirá compreender como a informação contida no ácido dextrribonucleico (DNA) é transferida para célula ou organismo.

Como produto educacional, foi elaborada uma cartilha didática para ser utilizada como material de apoio aos professores e pesquisadores em suas práticas, possibilitando novas formas de aperfeiçoamento e apropriação de novas estratégias que contribuam para o processo de ensino e aprendizagem.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico foi fundamentado de acordo com o seguinte percurso temático: 1. Biologia: uma ciência em progressiva transformação e os desafios da educação; 2. Estratégias de ensino em Biologia e a abordagem investigativa; 3. O Ensino Explícito como abordagem pedagógica; 4. Ensino Explícito, ensino investigativo e a disciplina de Biologia.

### **2.1 Biologia: uma ciência em progressiva transformação e os desafios da educação**

A Biologia é a área da ciência que tem como objeto de estudo o fenômeno da VIDA, a compreensão de sua complexidade e os mecanismos de sobrevivência e perpetuação. O conhecimento da Biologia requer uma imersão em processos organizados e integrados que conectam a dimensão microscópica ao universo das interações dos organismos entre si e com o meio.

A percepção dos fenômenos biológicos tem sido ampliada com o avanço da tecnologia, trazendo para o coração desta ciência o caráter falibilista e a necessidade contínua de atualização. O percurso da Biologia, portanto, é marcado por acúmulo de conhecimentos, mudanças e rupturas, conforme ressaltado por Xavier, Freire e Moraes (2006) ao afirmar que “a Biologia e suas disciplinas afins são mutantes, agregam constantemente novidades que alteram de alguma forma seus conteúdos e estes precisam ser incluídos na escola”.

A constatação de que os sistemas biológicos são essencialmente integrados e que seu conteúdo está em constante revisão conduz a um enorme desafio educacional que se manifesta na própria problemática de como aprender e ensinar Biologia.

Esse desafio afronta as diferentes especialidades das ciências biológicas. Entretanto, em algumas áreas da Biologia o processo ensino-aprendizagem se torna ainda mais complexo, tendo como exemplo a Biologia Celular e Molecular (BCM), dada a natureza “intangível” das estruturas e dos processos subcelulares.

A Biologia Celular e Molecular é uma área de difícil compreensão devido à complexidade dos fenômenos relacionados e a discussão sobre seus conceitos. Essas dificuldades se devem tanto à complexidade conceitual que essa área comporta quanto à forma da escola assimilar, organizar e promover o ensino (BANET e AYUSO, 1995; DOLAN et al., 2004; SCHEID et al., 2005 apud MOUL, 2018, p. 19).

De fato, a dificuldade de ensinar/aprender BCM recai em pelo menos três grandes obstáculos:

- a) conteúdo com alto grau de abstração, dificultando a percepção de sua natureza e significado;
- b) ensino enciclopédico, afastando o aluno do pensamento científico;
- c) fragmentação do conhecimento, reduzindo toda a BCM à condição de um sistema isolado.

O alto grau de abstração do conteúdo da BCM constringe os professores e alunos a lidar com conceitos destituídos de atributos observáveis, conforme percebido por Justina e Ferla (2006) ao pontuar que “é comum docentes de Biologia e alunos mencionarem sobre a dificuldade no Ensino de Biologia Celular e Molecular, pois é fundamental um nível elevado de abstração para entendimento dos conteúdos, uma vez que os estudantes não conseguem figurar os objetos de estudo.” Por conseguinte, os termos “gene”, “transcrição” e “código genético” se tornam, muitas vezes, conceitos vazios. Tal situação, denominada de “apartheid cognitivo” distancia os termos do seu sentido, dificultando, assim, a sua apreensão numa visão cognitiva da realidade. Cobern (1996) descreve o apartheid cognitivo como a capacidade que os estudantes tem de compartimentar os conceitos científicos, incompatíveis com sua visão de mundo, deixando-os à parte para que possam ser recuperados em ocasiões especiais, tal como nas avaliações escolares, em seguida são eventualmente descartados, não tendo efeito algum sobre sua vida cotidiana e seu modo de pensar.

Nesse cenário, a abordagem de ensino acaba sendo um desafio em si, porquanto tem sido inevitável recorrer a modelos metafóricos e analógicos fundamentados na memorização de informações e no ensino “enciclopédico”. Na BCM, muitas vezes o processo de ensino-aprendizagem se reduz a uma ressonância linguística entre os inúmeros termos técnicos e conceitos complexos, obstaculizando o entendimento dos fenômenos biológicos tais como são. O ensino acomoda-se às palavras, obscurecendo a compreensão do conteúdo. A preocupação em assimilar os termos técnicos e conceitos sobrepõe a motivação de perceber os aspectos celulares e moleculares como essencial ao funcionamento do organismo, tornando a aprendizagem frágil e limitando a compreensão dos organismos vivos, suas funções e complexidades.

O currículo também tem concorrido para uma concepção de ensino fragmentada e hierarquizada, onde os conteúdos são abordados de maneira isolada e sem levar em consideração suas conexões e relações. Ao contrário, o ensino da Biologia Celular e Molecular deve incorporar e se contextualizar com os demais conteúdos da disciplina conforme percebido por Freitas et al. (2009) ao afirmar que o estudo de Biologia Molecular no ensino médio é fundamental para que os jovens tenham um maior entendimento da complexidade da vida e dos seres vivos. Porém, os docentes necessitam construir uma ponte para que o entendimento dos processos celulares, possam auxiliar na compreensão das interações dos seres vivos entre si e também com o ambiente.

Ao arripio dessas inquietações, observam-se os avanços e a importância da BCM na sociedade contemporânea e na consolidação de processos que fazem parte do contexto do estudante (FONTES; CHAPANI; SOUZA, 2013). Inúmeros veículos de comunicação — jornais, revistas, televisão e internet — estão frequentemente apresentando temas relacionados às questões científicas, tais como código genético, teste de paternidade, mutações, câncer, transgênese, clonagem reprodutiva, sequenciamento genético, dentre outros. Essas transformações têm impactado fortemente a realidade educacional vigente, exigindo dos educandos e da escola novas formas de pensar e agir. As instituições de ensino devem estar conectadas a essa realidade, falando a mesma língua e possibilitando a aprendizagem efetiva dos estudantes.

## **2.2 Estratégias de Ensino em Biologia e a Abordagem Investigativa**

De uma forma geral, o sistema educacional brasileiro carece de repertório epistemológico e competências metodológicas para enfrentar os desafios do Ensino em Biologia, considerando desde a organização curricular e as orientações pedagógicas nas políticas institucionais até as ações trazidas para os ambientes de aprendizagem. Este último ponto incide diretamente sobre o docente, sua formação acadêmica e escolhas de estratégias pedagógicas.

A Biologia propicia muitas oportunidades para implementação de abordagens didáticas e ferramentas metodológicas devido ao seu conteúdo rico e diversificado. De fato, o Ensino de Biologia tem mobilizado os alunos em diversas atividades, que incluem desde aulas teóricas e expositivas, até propostas interativas, como aulas práticas, utilização e construção de modelos didáticos, jogos, dinâmicas, experimentos, resolução de problemas, dinamizados inclusive em

ambientes além da sala de aula. Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) favorece e estimula a produção de estratégias didático-pedagógicas diversificadas.

Por outro lado, a chave do sistema é o docente. O docente tem autonomia - embora limitada - para definir os recursos didáticos e as estratégias que serão adotados em sala de aula. Ele arbitra sobre utilização de abordagem expositiva baseada no uso de lousa e livro didático, ou de diferentes recursos e estratégias de ensino ao alcance de sua realidade institucional. Porém, o fato é que a utilização dessas abordagens dialéticas não garante a efetiva consolidação do conhecimento. Não é a estratégia em si que indica o maior ou menor aprendizado dos estudantes, mas a postura cognitiva e metacognitiva<sup>3</sup> que o docente adota em todos os momentos da aula. Eles podem até ministrar atividades experimentais no laboratório de Ciências e ainda assim impor a memorização como condição para a aprendizagem. Em contrapartida, há os que se servem de abordagem expositiva para ressaltar os questionamentos, a formação de ideias e a relação entre os conteúdos e a realidade. Portanto, a discussão do binômio ensino-aprendizagem vai além de um confronto entre paradigmas pedagógicos, em que de um lado critica-se a abordagem expositiva que se limita à utilização do livro didático, valendo-se dos textos e imagens como únicos recursos pedagógicos; e de outro, a valorização de abordagens dialéticas, valendo-se da interlocução e de ferramentas interativas de ensino.

A escolha e a eficácia das estratégias didáticas não decorrem de uma perspectiva formulática<sup>4</sup> vinculada a contextos objetivos, como os relacionados ao conteúdo, metas de aprendizagem, tempo e recursos disponíveis. É preciso, muitas vezes, recorrer aos valores e convicções do professor, conforme destacado por Kondratsch e Pinho (2008) ao propor que “não é possível obrigar o docente a mudar sua prática pedagógica, pois este é um reflexo de sua formação acadêmica e de suas convicções pessoais. A mudança deve partir do próprio docente, ao refletir sua prática e promover uma intervenção no seu trabalho pedagógico”. Deve-se considerar a busca de procedimentos cognitivos contextualizados que integrem as especificidades e vivência do educando para que se apropriem de maneira significativa do conhecimento.

---

<sup>3</sup> “A metacognição representa a habilidade de refletir sobre o seu próprio pensamento, tornar conscientes, controlar e supervisionar os diferentes processos mentais utilizados no tratamento das informações, a fim de garantir o funcionamento máximo dos mesmos” (GAUTHIER; BISSONETE; RICHARD, 2014, p. 75).

<sup>4</sup> Traduzido do adjetivo *formulaic*, que consiste em, feito ou expresso de acordo com uma fórmula ou fórmulas. Que adere a formas ou convenções estereotipadas.

Em conformidade com o exposto, a nova BNCC, documento norteador que regulamenta quais são as aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas instituições de ensino, destaca a importância de promover o **letramento científico** dos professores e estudantes. Destarte, independente de qualquer proposta metodológica, o ponto de partida é um **ensino investigativo** capaz de impulsionar a **alfabetização científica**<sup>5</sup> (AC) cuja intencionalidade pedagógica busca estimular o estudante a refletir, a pensar de maneira crítica, formando cidadãos mais conscientes e capazes de utilizar os conhecimentos e práticas científicas para intervir na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Segundo Hurd (1998) a alfabetização científica “envolve a produção e utilização da Ciência na vida do homem, provocando mudanças revolucionárias na Ciência com dimensões na democracia, no progresso social e nas necessidades de adaptação do ser humano”. Dessa forma, podemos dizer que uma pessoa é alfabetizada cientificamente quando utiliza os conhecimentos científicos para interpretar fenômenos e resolver problemas do mundo onde vivem (CHASSOT, 2000).

O Ensino da Biologia não deve se limitar à transmissão do conhecimento de maneira exclusivamente teórica, mas propiciar uma aproximação dos estudantes à prática científica, por meio do desenvolvimento de habilidades, para que os mesmos compreendam como o conhecimento é construído. Assim, o ensino por investigação é uma excelente ferramenta de ensino e aprendizagem, capaz de promover à alfabetização científica a partir de diferentes atividades (SASSERON; CARVALHO, 2011).

As atividades investigativas oportunizam o aprendiz a ser o protagonista de sua aprendizagem, porquanto confronta o aluno com questões relevantes ao tempo que os mobiliza para a busca de uma solução coerente. Ensinar por investigação significa inovar, mudar a dinâmica cujo foco é a mera transmissão de conteúdo, conforme reportado por Wilsek e Tosin (2009):

As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, a proposição de situações problemas, que, então orientam e acompanham todo o processo de investigação. Nesse contexto o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento (IPATINGA, 2011, p. 2).

---

<sup>5</sup> O termo alfabetização científica vem do inglês *Science literacy*, que também pode ser traduzido como letramento científico.

Tal autonomia intelectual foi endossada por Azevêdo e Fireman (2017) ao asseverar que para “propor uma atividade investigativa não precisa necessariamente ser um experimento, o importante é impulsioná-los a resolver um problema proposto”. E complementada por Sasseron (2013, p.43) ao argumentar que até mesmo a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais.

Dessa forma, percebe-se que independente da escolha dos recursos didáticos e estratégias adotadas pelo docente, a utilização de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é fundamental para promover a alfabetização científica, e possibilitar a renovação no Ensino da Biologia.

A organização de uma SEI deve respeitar algumas etapas conforme pontuado por Carvalho e Sasseron (2012): i) exposição de uma problematização; ii) atividade e discussão em grupo; iii) levantamento e testagem de hipóteses; iv) sistematização conceitual; v) atividade de avaliação e/ou aplicação.

Nessa organização, os docentes podem explorar o conhecimento científico ao inserir problemas da realidade social dos estudantes, o que despertaria o interesse e facilitaria na compreensão do mundo que o cerca. Resta evidente enxergar a SEI não como uma ferramenta metodológica, mas como um ambiente investigativo que se manifesta a partir de situações desafiadoras e motivadoras, onde o docente conduz os alunos por uma trilha positivista que gradativamente amplia o conhecimento científico, possibilitando a interação entre o pensar, sentir e fazer (CARVALHO, 2013). Para isso, o professor assume uma postura de provocador; e o aluno deixa de ser um agente passivo da aula e se torna capaz de refletir, argumentar e intervir.

Essa percepção é compartilhada por Freire:

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos estudantes, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino (Freire, 2009, p.105).

Sendo assim, ensinar Biologia através de atividades investigativas é crucial para que os alunos tenham uma maior e melhor compreensão dos assuntos estudados, pois neste modelo de atividade o aluno adota uma nova postura face a possibilidade do conhecimento.

## **2.3 O Ensino Explícito como Abordagem Pedagógica**

Os pesquisadores Clermont Gauthier, Steve Bissonnette e Mario Richard (2014) estabeleceram as bases estruturais de um modelo pedagógico denominado de Ensino Explícito. Nesta seção, propõe-se definir o que é o Ensino Explícito, descrever a organização de sua estrutura de aula e a possibilidade de desenvolvê-lo a partir de uma abordagem investigativa.

### **2.3.1 Pressuposto do Ensino Explícito**

O Ensino explícito tem como pressuposto a asserção de que o professor é um forte determinante no processo de ensino-aprendizagem.

A princípio este argumento é contraintuitivo visto que ensinar-aprender é um fenômeno extremamente complexo, envolvendo aspectos cognitivos, orgânicos, culturais, emocionais e psicossociais. Tabile e Jacometo (2017) descrevem que o estudante ao chegar à escola, traz consigo valores, interesses, atitudes e experiências próprias de conhecimentos adquiridos do ambiente externo onde está inserido socialmente. Assim, fatores como o contexto socioeconômico, o ambiente familiar, o acesso limitado a livros e internet, as características dos estudantes, a forma de conceber e representar o mundo são considerados os principais determinantes para a aprendizagem dos estudantes na escola.

Por outro lado, os estudos de mega-análises de Frase et al. (1987); Wang, Haertel e Walberg (1993) e Hattie (2003) e (2012) mostraram uma perspectiva diferente. Os autores compararam o impacto de diferentes fatores no desempenho escolar de milhares de alunos em diferentes contextos socioeconômico e geográfico. Os resultados apontam que o docente é o fator de maior impacto sobre o desempenho dos alunos, o que originou o conceito “efeito professor” no processo de ensino aprendizagem (GAUTHIER; BISSONETE; RICHARD, 2014). Rivkin, Hanushek e Kain (2005) reiteram ao dizer que, ter um professor de alta qualidade durante todo o ensino pode compensar consideravelmente ou mesmo completamente o dano implícito provocado pelo contexto socioeconômico do meio em que o aluno está inserido. Esse pensamento também foi confirmado por Hattie (2012) ao ressaltar que o professor é a fonte de enorme influência sobre o desempenho dos alunos, podendo ser superior à da escola e da família.

Tais achados tem motivado muitos estudiosos a buscar abordagens de ensino cujas

estratégias potencializem a figura do professor. Essas estratégias compartilham um ensino sistemático, estruturado, diretivo e explícito, destacando-se o *Direct Instruction* ou Ensino Direto, popularizada pelos trabalhos de Engelman (1996). Outras variações também foram introduzidas para descrever esses modelos de ensino, tais como “Ensino Sistemático” e “Ensino Explícito”. De fato, diferentes estudos tem apontado que o ensino estruturado e diretivo produz um progresso significativo nos rendimentos dos estudantes. Atualmente, há uma convicção de que tais abordagens representam um modelo pedagógico coerente, embasados em dados experimentais que revelaram um melhor aproveitamento no desempenho escolar dos alunos (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014).

Nossa proposta é que o ensino por investigação potencialize o “efeito professor” associado ao Ensino Explícito, visto que o professor tanto seleciona o problema a ser investigado quanto o percurso metacognitivo que guiará o trabalho intelectual do aluno rumo a construção do conhecimento. É no cenário investigativo que o professor exerce um papel de questionador, propondo desafios e caminhos metodológicos para entender o que está sendo estudado.

### 2.3.2 Fundamento do Ensino Explícito

O Ensino Explícito constitui um modelo de ensino estruturado em etapas sequenciadas e integradas que devem conduzir o raciocínio do simples para o complexo. De acordo com Rosenshine e Stevens (1986 apud GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 51) “o Ensino Explícito deve ser conduzido sistematicamente em sequências que vão do mais simples ao mais complexo, fornecendo igualmente ao aluno um embasamento adequado, bem como um feedback constante para favorecer a compreensão” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 53). O ponto de partida do Ensino Explícito são os **conceitos** que compõem o senso comum e que são formados a partir das experiências do cotidiano e dos contextos sociais (**conceitos comuns**<sup>6</sup>). A partir desses conceitos (figura 1), busca-se introduzir os conceitos técnicos fundamentais (conceitos técnicos primários<sup>7</sup>) sobre o tema da aula e na sequência, derivar pela lógica os demais conceitos (conceitos técnicos derivados<sup>8</sup>).

---

<sup>6</sup> Conceitos e termos que pertencem ao conhecimento produzido pelo senso comum.

<sup>7</sup> Conceitos e termos que são requisitos básicos para o entendimento gradual de determinado assunto.

<sup>8</sup> Conceitos e termos secundários de determinado assunto.

**Figura 1 – Sequência de abordagem dos conceitos**



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Portanto, buscar o conhecimento prévio na forma de conceitos comuns é um pré-requisito necessário para a aquisição de novos saberes. O professor deve mobilizar esses conceitos antes de apresentar um conceito técnico. De fato, a psicologia cognitiva afirma que a efetividade da aprendizagem depende da capacidade do aluno de relacionar os novos conhecimentos aos seus conhecimentos anteriores. O caminho memorial é um processo que consolida os novos conhecimentos a partir de uma estrutura basilar formada pelos saberes anteriores. Nesse sentido, Gauthier et al. (2014) sugere a evocação de quaisquer informações prévias que estejam armazenadas na memória de longo prazo e que possa ser relacionada com o tema. Sendo assim, o professor, ao organizar uma sequência de ensino, deve integrar os diferentes conceitos, em que os conceitos mais gerais servirão de base para acomodar os conceitos específicos, contribuindo para uma maior compreensão do assunto. Essa integração de conceito funciona como uma **cola cognitiva**<sup>9</sup> para uma aprendizagem significativa.

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa é uma tentativa de fornecer sentido ou estabelecer relações de modo não arbitrário e substancial entre os conhecimentos que os alunos já possuem e os novos conhecimentos. Segundo o mesmo autor, o conhecimento prévio dos estudantes é a chave para aprendizagem significativa. É preciso, portanto, que os professores tornem explícitos os conhecimentos que os alunos já possuem utilizando abordagem motivadoras para transformar as informações anteriores em novos conhecimentos.

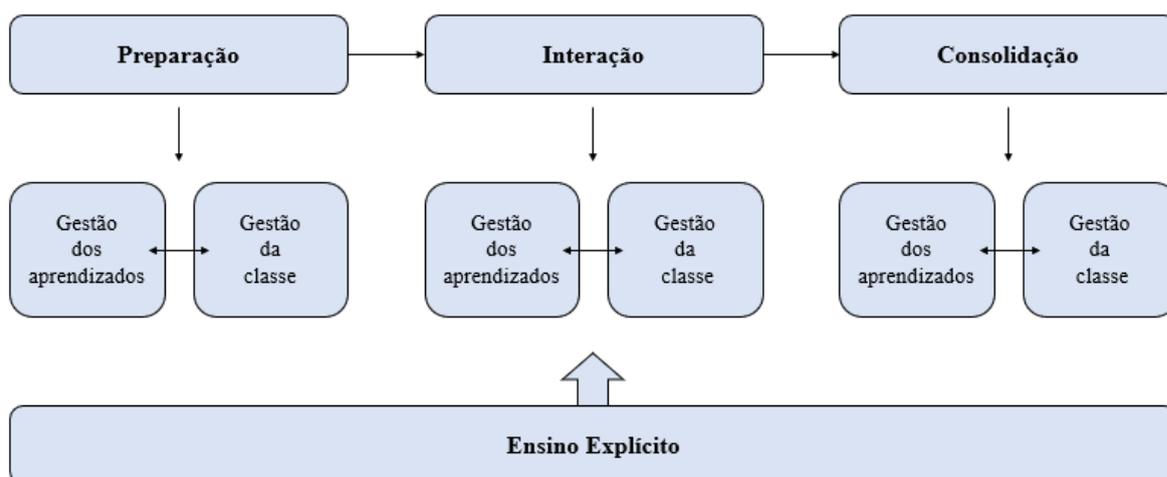
### **2.3.3 Estruturação do Ensino Explícito**

O Ensino Explícito está estruturado no modelo PIC (Planejamento, Interação e

<sup>9</sup> Compreensão de determinado tema baseado no processo de integração dos conceitos comuns com os conceitos técnicos ou específicos.

Consolidação) que encerra os três grandes momentos pedagógicos: primeiro, a fase de preparação (P), que corresponde ao planejamento das aulas; a fase de interação com os alunos (I), que envolve a ação do professor no ambiente de aprendizagem; e por fim, a consolidação (C), que inclui as atividades de fixação do aprendizado (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 115). Em todos os momentos, cabe ao professor interligar a *gestão da classe* e a *gestão dos aprendizados* (figura 2), sendo a gestão dos aprendizados tudo que se refere ao ensino de conceitos técnicos e conteúdos; e a gestão de classe, o que se refere à inclusão de valores e comportamentos que a sociedade considera desejável. Qualquer professor em sala de aula deve manejar de forma explícita ambas as dimensões, conforme assinalado por Shulman (1986 apud GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 62): “Nenhum professor consegue ser eficaz se ignorar uma ou outra”.

**Figura 2 – O modelo PIC (Preparação, Interação e Consolidação) do Ensino Explícito**



Fonte: Gauthier, Bissonnete e Richard (2014).

### Preparação

A fase de **Preparação** (P) compreende o momento de planejamento da aula, demandando uma análise detalhada das estratégias que devem ser consideradas no âmbito da gestão da classe e gestão dos aprendizados. Essa etapa é imprescindível para otimizar o ensino e atingir o êxito no processo ensino-aprendizagem, uma vez que contribui para manter o foco e evitar digressões e improvisações.

Um procedimento crucial na fase de planejamento é o de **delimitar os conceitos técnicos** que serão trabalhados com os alunos, diferenciando os **conceitos-chave** das informações menos relevantes, e por conseguinte, estabelecendo as prioridades essenciais para

o ensino em ambiente de aprendizagem. Com base nesse conjunto, o professor define quais os conceitos técnicos primários e derivados. Os conceitos primários correspondem àqueles que são requisitos básicos para o entendimento gradual de determinado tema. Nesse sentido, eles representam o ponto de partida para o domínio dos conceitos subsequentes, denominados conceitos derivados ou secundários. Os conceitos primários são utilizados como alicerces para a organização da estrutura cognitiva, onde a partir delas são apresentados os conceitos secundários (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014, p. 120-127). O arranjo hierárquico desses conceitos seguindo uma estrutura do mais simples (geral) para o mais complexo contribui tanto para o direcionamento e construção do plano de aula, quanto para estimular os estudantes no processo de **derivação lógica**<sup>10</sup>.

A fase de preparação também inclui o **planejamento dos mecanismos de apoio ao aprendizado**, que implica estabelecer um conjunto de estratégias e ferramentas pedagógicas que serão mobilizadas na fase de interação. O uso de tais estratégias se baseia na ideia que, no início do aprendizado, o aluno precisa de muito apoio, que, gradualmente, são retirados em função do desempenho do aprendiz aferido por uma interlocução contínua e pela capacidade de concluir atividades de forma autônoma.

### Interação

A fase de **Interação** (I) do modelo PIC, corresponde a aula propriamente dita visando garantir um aprendizado dos conteúdos e habilidades de um programa. A aula, em si, divide-se em três etapas: i. a abertura, ii. o corpo da aula (modelagem, prática guiada e prática autônoma), e iii. o encerramento.

A **abertura da aula** prepara os estudantes para a execução do ensino e aprendizado. Esse momento apresenta como funções:

a) obter a atenção dos alunos. Os docentes podem utilizar uma grande quantidade de estratégias que estimulem o cérebro apresentando mudanças e novidades que despertem a curiosidade e que ativem as redes de atenção dos alunos;

b) ativar os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse momento, busca-se os conceitos comuns já consolidados na estrutura cognitiva dos alunos. É fundamental perceber, por

---

<sup>10</sup> Proposição obtida como consequência de conceitos anteriores utilizando de regras de derivação ou inferência, através do uso do raciocínio.

consequente, que conhecimento prévio não significa conhecimento ou conceitos técnicos, ou seja, o que os alunos já conheciam sobre o tema da aula. Ao contrário, conhecimento prévio diz respeito a quaisquer conhecimentos que possam ser utilizados para introduzir o tema da aula. O docente pode criar uma simulação que ative livremente o conhecimento prévio, interagindo com a turma inteira e fazendo uma ligação com o conteúdo.

c) apresentar o objetivo da aula. O professor precisa deixar claro a finalidade da aula e as expectativas que ele espera dos alunos, isso pode influenciar no seu interesse e motivação sobre o assunto que será abordado. Porém, “não é necessário começar a aula com o objetivo. O professor pode, em primeiro lugar, colocar em cena sua estratégia de ativação dos conhecimentos para captar a atenção dos alunos” (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014, p. 191).

O **corpo de aula** é organizado em três etapas sequenciadas e complementares, são elas:

a) modelagem<sup>11</sup>: Busca-se demonstrar de diferentes formas os conceitos técnicos fundamentais (primários) sobre o tema da aula. Além disso, nesse momento, o professor realiza as primeiras derivações lógicas, mostrando o percurso metacognitivo de se chegar a novos conhecimentos. O professor raciocina e verbaliza as ações do processo, deixando-o claro e explícito, para que, ao mesmo tempo que realiza, os alunos também compreendam. O professor tem que estar atento ao nível de dificuldade da tarefa, e apresentar as informações em unidades menores, em uma sequência do simples para o mais complexo, com o objetivo de respeitar os limites da memória de curto prazo ou memória do trabalho. Ele pode utilizar exemplos e contraexemplos que facilitam o entendimento, e também pode fazer questionamentos aos alunos, à medida que vai avançando na realização das etapas de modelagem, isto permite determinar o nível de compreensão dos alunos (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014);

b) prática guiada: Compreende a fase em que o aluno estará engajado - juntamente com o professor - na resolução de problemas. O professor busca dar um apoio (físico, verbal, visual) aos estudantes na realização das tarefas, questionando-os constantemente e dando *feedbacks*<sup>12</sup>,

---

<sup>11</sup> “Modelagem em Ensino Explícito, consiste a etapa inicial dessa abordagem, durante o qual o professor executa uma tarefa na frente dos alunos ao mesmo tempo que descreve o que está fazendo. Ao verbalizar suas ações, tornando claro e explícito seu processo de reflexão, o professor incita os alunos a modelarem a estratégia cognitiva deles em função da sua” (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014, p. 194).

<sup>12</sup> Feedback é uma palavra inglesa que significa retorno ou dar resposta a uma atitude ou comportamento. No processo de ensino-aprendizagem, é uma prática que visa dar consciência aos alunos sobre o que e como estão aprendendo e também como melhorar sua aprendizagem ao longo do processo.

favorecendo o processo de aprendizado. Esse apoio vai sendo retirado, à medida que percebe que o aprendizado vai sendo alcançado. É oportuno nessa fase, dedicar aos alunos tempo suficiente, a fim de contribuir para a maior apreensão dos novos conhecimentos. A aplicação de trabalhos em grupos é uma alternativa favorável. A prática guiada contribui para consolidar e aprofundar a compreensão que os estudantes têm do objeto de aprendizado e organizem o novo conhecimento junto com os que eles já possuem na memória de longo prazo. A taxa de sucesso obtida pelo aluno na prática guiada deve ser suficientemente elevada para que ele consiga realizar a tarefa sozinho na prática autônoma (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014).

c) prática autônoma: nessa etapa, os alunos executam atividades e tarefas sozinhos, sem ajuda do professor ou dos colegas. Ela fornece oportunidades de atividades, de forma a consolidar o desempenho dos estudantes. É o momento em que o docente percebe o nível de compreensão dos alunos, e constata quem ainda precisa de um apoio especial. Convém ressaltar, que não se pode esperar obter uma taxa de 100% de aproveitamento, já que isso demandaria maior tempo e comprometeria o acompanhamento do programa (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014).

Com base no exposto, Archer e Hughes (2011, apud GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014, p. 194) utilizam expressões que definem o grau de envolvimento dos professores e alunos durante o Ensino Explícito: “Eu faço” indica a modelagem pelo professor, “Nós fazemos juntos” constitui a prática guiada, e “Você faz sozinho” designa a prática autônoma sem apoio do professor.

No método do Ensino Explícito, o professor primeiro demonstra aos alunos o que é preciso fazer; em seguida, ele os orienta durante a prática guiada, para que, por sua vez, eles façam exercícios e no fim sejam capazes de realizar a tarefa sozinhos na prática autônoma. Questionamentos e *feedbacks* devem ser constantes ao longo de toda essa fase, permitindo que o professor se certifique de que as ações efetuadas pelos alunos estejam corretas (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014, p. 192).

Por fim, chega-se ao **encerramento da aula**, onde o docente faz uma revisão breve do que foi exposto na aula, selecionando os elementos que são essenciais. Este momento favorece a integração dos aprendizados na memória. Nessa etapa o professor pode propor atividades para casa, com a intenção de contribuir no fortalecimento do aprendizado. Dando seguimento ao encerramento, o professor anuncia o assunto da aula seguinte, fazendo uma ponte com o que acabou de ser exibido (GAUTHIER; BISSONNETTE, RICHARD, 2014).

O Quadro 1 e 2, apresenta a síntese com as estratégias gerais e estratégias específicas da fase de interação (I) do modelo PIC de gestão dos aprendizados:

**Quadro 1 – Síntese da Fase de Interação (I) do modelo PIC**

<b>ESTRATÉGIAS GERAIS</b>
1) Maximizar o tempo de aprendizado escolar
2) Garantir uma taxa de sucesso elevada
3) Cobrir a matéria a apresentar aos alunos
4) Favorecer modalidades de agrupamentos eficazes
5) Dar apoio ao aprendizado ( <i>scaffolding</i> )
6) Levar em conta diferentes formas de conhecimento
7) Utilizar uma linguagem clara e precisa
8) Verificar a compreensão
9) Explicar, ilustrar através de modelagens, demonstrar
10) Manter um ritmo constante
11) Diferenciar de outra forma
<b>ESTRATÉGIAS ESPECÍFICAS</b>
1) Corrigir os deveres cotidianamente
2) Abrir a aula <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captar a atenção dos alunos.</li> <li>• Apresentar o objetivo de aprendizado <ul style="list-style-type: none"> <li>- Justificar o objetivo da aula.</li> </ul> </li> <li>• Ativar os conhecimentos prévios.</li> </ul>
3) Conduzir a aula: o método de Ensino Explícito <ul style="list-style-type: none"> <li>• A modelagem: demonstrar os aprendizados a realizar (“Eu faço”). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar exemplos e contraexemplos.</li> </ul> </li> <li>• Guiar a prática (“Nós fazemos juntos”). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensinar conceitos, habilidades e regras.</li> <li>- Demonstrar etapa por etapa.</li> <li>- Fazer perguntas e solicitar respostas.</li> <li>- Dar <i>feedback</i>, corrigir e parabenizar.</li> <li>- Estudar problemas já resolvidos.</li> <li>- Utilizar um apoio adequado.</li> <li>- Obter uma taxa de sucesso elevada.</li> </ul> </li> <li>• Fazer os alunos praticarem de maneira autônoma (“Você faz sozinho”).</li> </ul>
4) Encerrar a aula <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivar os aprendizados realizados.</li> <li>• Anunciar a próxima aula.</li> <li>• Continuar a automatização.</li> </ul>

Fonte: Gauthier, Bissonnete e Richard (2014).

Essas etapas descrevem de forma detalhada o método do Ensino Explícito, baseados nos princípios da teoria da carga cognitiva, buscando um ambiente e processos intencionais para potencializar o processo de aprendizagem.

**Quadro 2 – Estrutura de aula em Ensino Explícito - Etapa de Interação (I)**

(Continua)

<b>ABERTURA DA AULA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captar a atenção dos alunos</li> <li>• Dar um panorama               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar o objetivo da aula</li> <li>- Justificar sua importância</li> </ul> </li> <li>• Revisar os conhecimentos ou habilidades prévias</li> </ul>	
<b>Verificar a compreensão</b>	
<b>CORPO DA AULA</b>	
1) Modelagem “Eu faço”	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto-falante no pensamento</li> <li>• Mostrar e dizer mostrando</li> <li>• Termos claros, concisos, equivalentes</li> <li>• Fazer os alunos participarem</li> </ul>	
<b>Verificar a compreensão</b>	
2) Prática guiada “Nós fazemos juntos”	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de apoio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- físicos</li> <li>- verbais</li> <li>- visuais</li> </ul> </li> <li>• Retirar progressivamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Níveis de apoio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dizer o que fazer</li> <li>- Perguntar o que deve ser feito</li> <li>- Relembrar</li> </ul> </li> </ul>
<b>Verificar a compreensão</b>	
<b>Alta taxa de sucesso</b>	
3) Prática autônoma, sem apoio “Você faz sozinho”	
<b>Verificar a compreensão</b>	
<b>Alta taxa de sucesso</b>	

(Conclusão)

<b>ENCERRAMENTO DA AULA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivação               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar o conteúdo essencial</li> </ul> </li> <li>• Anunciar o conteúdo da aula seguinte</li> <li>• Passar trabalho para os alunos fazerem sozinhos (deveres de casa)</li> </ul> <p>Durante toda aula</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer os alunos participarem</li> <li>• Supervisionar a execução</li> <li>• Dar <i>feedback</i></li> </ul>

Fonte: Archer e Hughes (2011) apud Gauthier, Bissonnette e Richard (2014).

A fase de **Consolidação** (C) constitui a fase final do modelo PIC do Ensino Explícito. Como o próprio nome já deixa evidenciar, esse momento o professor procura instaurar estratégias pedagógicas que consolidem o aprendizado dos alunos. Tais procedimentos correspondem aos deveres de casa e as revisões cotidianas, semanais e mensais. Quanto mais o estudante revisar os conhecimentos, mais informações serão armazenadas na memória de longo prazo. “Praticar é a chave do sucesso dos aprendizados, pois saberes que não tenham sido praticados e revisados o bastante acabam sendo rapidamente esquecidos” (ROSENHINE, 2010 apud GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 231).

## 2.4 Integração do Ensino Investigativo ao Ensino Explícito

As etapas que compõem o Ensino Explícito podem ser enriquecidas com abordagens didáticas complementares, sempre com o objetivo de maximizar o aprendizado dos alunos em sala de aula. Conforme frisado por Gauthier, Bissonnette e Richard (2014) professores eficazes sempre acrescentam à receita um toque pessoal. Seria simplista reduzir o ato de ensinar a uma série de etapas executadas de maneira mecânica. É preciso enxergar a situação de maneira mais flexível.

Ao utilizar do Ensino Explícito o professor não prejudica sua criatividade e autonomia profissional, uma vez que ao dominar primeiro os elementos constitutivos do Ensino Explícito, em seguida pode ser capaz de lidar com suas modalidades. É preciso, antes de tudo, compreender e saber executar, para poder mais tarde acrescentar seu toque pessoal, sua identidade (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 101).

Em conformidade com essa ideia, a integração de atividades investigativas ao Ensino Explícito poderá potencializar o efeito professor e por conseguinte, o desempenho escolar dos alunos. Para isso é fundamental considerar três aspectos relacionados a possibilidade da

integração:

a) as atividades de caráter investigativo não precisam ocupar todo o tempo da aula, o que requer uma definição de qual(is) etapas da fase de interação — modelagem, prática guiada ou prática autônoma — será (ão) aplicada(s), sem descaracterizar o Ensino Explícito. A depender da fase de aplicação, os alunos teriam mais ou menos autonomia durante a realização da abordagem.

b) o ensino por investigação possibilita o uso de diferentes ferramentas estruturantes, desde atividades práticas em laboratório até simulações teórica-demonstrativas. De fato, Azevêdo e Fireman (2017) colocam que para “propor uma atividade investigativa não precisa necessariamente ser um experimento, o importante é impulsioná-los a resolver um problema proposto”. Sasseron (2013, p.43) argumenta que até mesmo a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais.

c) as atividades de ensino investigativas podem ser aplicadas para as demonstrações dos conceitos técnicos primários, derivações lógicas e aplicabilidade do conhecimento, o que está em consonância com Carvalho (2013) ao reconhecer que a abordagem investigativa precisa estar acompanhada de situações-problemas, que incite o questionamento e diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos.

Por outro lado, deve-se considerar que propor essa integração é um grande desafio para os professores, pois exige um aprofundamento dos referenciais teóricos-metodológicos referentes às duas abordagens didáticas, além de adequar a abordagem ao tema de aula específico.

Mesmo se tratando do Ensino Explícito em si, percebe-se uma carência de registros de pesquisas sobre esse método no Brasil, o que de uma certa forma reverbera o pouco conhecimento por parte dos docentes e estudiosos da Educação sobre o tema. Os trabalhos publicados limitam-se a aplicação do Ensino Explícito na educação infantil e ensino fundamental, principalmente no ensino da área das linguagens e no ensino de matemática. Recentemente, nosso grupo tem buscado implementar o Ensino Explícito com uma abordagem investigativa para aulas de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio. Esses estudos geraram uma primeira dissertação de mestrado produzida pelo pesquisador Henrique de Souza Azevedo (2019) com o tema “*Ensino Explícito de Biologia: uma estratégia para o Ensino Médio*”. O estudo focou no conteúdo de “Membrana Plasmática” ministrado para alunos da 1ª

série do ensino médio de duas escolas públicas do estado de Alagoas. Os resultados apontaram um maior nível de desempenho dos alunos que participaram das aulas baseadas no Ensino Explícito, corroborando com dados de pesquisas que indicam o Ensino Explícito ser uma abordagem eficaz.

O presente trabalho também se destina a explorar o potencial de integrar uma abordagem investigativa ao modelo do Ensino Explícito proposto para aulas de BCM no Ensino Médio. O tema de escolha foi o Fluxo da Informação Genética – conhecido como o Dogma Central da Biologia Molecular - por ser considerado de difícil assimilação, e por vir sendo frequentemente revisitado a luz das inovações tecnológicas o que o torna, portanto, um objeto prototípico para essa investigação. O estudo tem o potencial de trazer uma reflexão sobre a necessidade de aperfeiçoamento das práticas educativas no Ensino de Biologia, e fomentar espaços de discussão sobre estratégias exitosas no processo de ensino-aprendizagem.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Investigar a viabilidade do Ensino Explícito implementado com uma abordagem investigativa em aula de Biologia sobre Fluxo da Informação Genética para o Ensino Médio.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Preparar um plano de Ensino Explícito sobre Fluxo da Informação Genética para alunos do Ensino Médio.
- Adaptar uma abordagem investigativa ao plano de Ensino Explícito para Fluxo da Informação Genética;
- Aplicar o plano de Ensino Explícito adaptado (e de ensino convencional, controle) durante as aulas de Biologia em turmas do Ensino Médio;
- Analisar o desempenho dos alunos entre o ensino convencional e o Ensino Explícito adaptado utilizando métodos quantitativos e qualitativos;
- Construir uma cartilha (manual) de aplicação com roteiro, plano de aula e fundamentação teórica baseado no Ensino Explícito adaptado com abordagem de ensino investigativa.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Considerações Éticas**

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Alagoas – CEP/UFAL conforme o Parecer nº 4.016.947 e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 09807019.0.0000.5013 (Anexo).

Os discentes foram esclarecidos quanto a participação no projeto, assim como os objetivos do trabalho a ser desenvolvido, ficando cientes que participariam de aulas de tópicos da disciplina de Biologia, sem que soubessem qual o grupo da pesquisa estariam fazendo parte. Foram também esclarecidos quanto aos aspectos da confiabilidade do estudo, do sigilo das informações, da liberdade de participar ou recusar-se da pesquisa sem nenhum prejuízo, e os possíveis riscos e benefícios advindos de sua participação.

Após a explicação e anuência sobre a pesquisa, os alunos receberam os Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) sendo orientados no preenchimento ou coleta das assinaturas dos responsáveis (no caso dos menores de 18 anos). Com a aceitação de participação na pesquisa, iniciaram-se as etapas da pesquisa, seguindo o desenho do estudo.

### **4.2 Delineamento da Pesquisa**

Este trabalho é parte de um projeto maior que tem como objetivo investigar o Ensino Explícito como estratégia pedagógica para as aulas de Biologia. Conforme apresentado no quadro 3, o delineamento experimental utilizado para comparar o Ensino Explícito e o ensino convencional visou controlar as seguintes variáveis: i. Estrutura escolar; ii. Professor; e iii. Tema de aula. Entretanto, convém ressaltar que as pesquisas educacionais, sendo uma ciência social, apresenta limitações e especificidades que conduzirão as análises a um outro rigor, porém mantendo-se a qualidade epistemológica, metodológica e ética.

Não há um modelo de pesquisa científica, como não há “o” método científico para o desenvolvimento da pesquisa. Esta é uma falsa ideia, pois o conhecimento científico se fez e se faz por meio de uma grande variedade de procedimentos e a criatividade do pesquisador em inventar maneiras de bem realizar os seus estudos tem que ser muito grande. A pesquisa não é, de modo algum, na prática, uma reprodução fria das regras que vemos em alguns manuais. O próprio comportamento do pesquisador em seu trabalho é-lhe peculiar e característico (GATTI, 2007).

O foco desta dissertação são os dados coletados na Escola Estadual Aristheu de Andrade sobre o tema “Fluxo da Informação Genética”. Entretanto, na seção dos resultados apresentamos também, a título de comparação, os dados coletados na Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes para o tema “Organelas Citoplasmáticas”.

**Quadro 3 - Delineamento organizacional da pesquisa**

<b>ALVO DA PESQUISA: ESCOLA ESTADUAL ARISTHEU DE ANDRADE</b>				
<b>TÓPICO DE BIOLOGIA</b>	<b>TIPO DE ABORDAGEM</b>	<b>PROFESSOR APLICADOR</b>	<b>TURMA</b>	<b>Nº DE ALUNOS</b>
FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA	ENSINO EXPLÍCITO	Professor: Álison Luiz dos Santos	3º Ano “A”	50 alunos
	ENSINO CONVENCIONAL	Professor: George Bergson C. Cirino	3º Ano “B”	45 alunos
<b>ALVO DA PESQUISA: ESCOLA ESTADUAL PROF EDMILSON DE VASCONCELOS PONTES</b>				
<b>TÓPICO DE BIOLOGIA</b>	<b>TIPO DE ABORDAGEM</b>	<b>PROFESSOR APLICADOR</b>	<b>TURMA</b>	<b>Nº DE ALUNOS</b>
ORGANELAS CITOPLASMÁTICAS	ENSINO EXPLÍCITO	Professor: George Bergson C. Cirino	1º Ano “A”	36 alunos
	ENSINO CONVENCIONAL	Professor: Álison Luiz dos Santos	1º Ano “B”	39 alunos

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Numa perspectiva panorâmica, as atividades realizadas durante o desenvolvimento do projeto se conformam a 5 etapas sequenciais que serão detalhadas ao longo desta seção (quadro 4).

**Quadro 4 – Atividades desenvolvidas em cada uma das etapas da pesquisa**

(Continua)

<i>Etapa</i>	<i>Atividade</i>
1 <sup>a</sup>	Preparação dos planos de aulas e das sequências de ensino.
2 <sup>a</sup>	Aplicação dos planos de aulas para as turmas controle e experimental.

(Conclusão)

3 <sup>a</sup>	Coleta de dados através da aplicação de questionário de avaliação da aprendizagem, questionário socioeconômico e questionário de avaliação da aplicação da aula.
4 <sup>a</sup>	Análise dos dados e confronto dos resultados do desempenho dos alunos entre o ensino convencional e o Ensino Explícito.
5 <sup>a</sup>	Produção de cartilha didática como produto educacional.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### **4.3 Preparação dos planos de Ensino Explícito adaptado com uma abordagem investigativa para Fluxo da Informação Genética**

A preparação do plano de Ensino Explícito envolveu as seguintes etapas: identificação dos conceitos técnicos e elaboração de uma mapa hierárquico de conceitos sobre Fluxo da Informação Genética; identificação dos conceitos comuns para a busca do conhecimento prévio; determinação das ferramentas estruturantes e implementação da abordagem investigativa.

#### **4.3.1 Identificação dos conceitos (comuns e técnicos) e construção de mapa conceitual hierárquico sobre Fluxo da Informação Genética**

A delimitação dos conceitos técnicos é uma das principais estratégias do Ensino Explícito. Para isso, considerou-se o livro didático de Biologia “Contato Biologia, Editora Quinteto, dos autores Leandro P. Godoy e Marcela Y. Ogo, ano 2016”, por ser o adotado pela escola alvo desta pesquisa. Inicialmente, foi feito um levantamento de todos os termos e conceitos explorados pelo livro sobre o conteúdo “Fluxo da Informação Genética” contemplado no volume 3 do livro, capítulo 6 — Código genético e biotecnologia — páginas 86 a 93 (Figura 3).

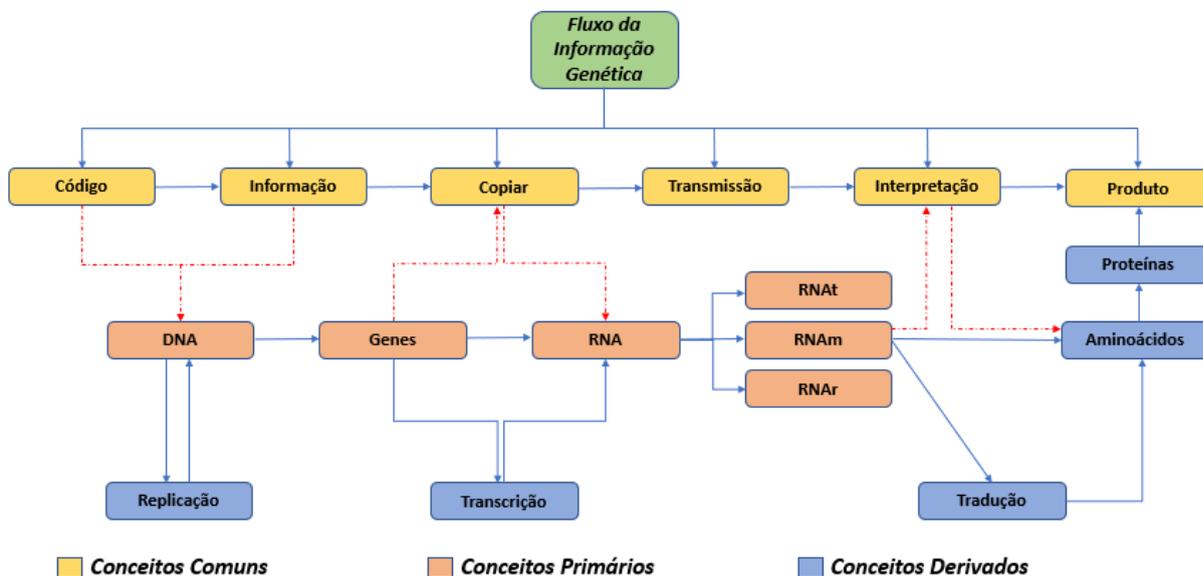
**Figura 3 – Parte do sumário do livro didático de Biologia adotado pela Escola Estadual Aristheu de Andrade que aborda os conteúdos sobre Fluxo da Informação Genética**

<b>Capítulo 6</b>	
<b>Í</b> Código genético e biotecnologia	<b>86</b>
DNA	87
Replicação	88
RNA	88
Síntese proteica	89
Transcrição	89
Tradução	91
Mutações gênicas	93
Conceito de gene	94
Introdução à biotecnologia	95
Engenharia Genética	95
DNA recombinante	96
Organismos geneticamente modificados	98
Clonagem celular e de organismos	100
Projeto Genoma	102
Pós-genômica	103
Atividades	104
<b>Í</b> Explorando o tema	<b>108</b>
Existem raças humanas?	

Fonte: Godoy e Ogo (2016).

Após uma série de reflexões coletivas e individuais, distinguiram-se os conceitos técnicos mais gerais (primários) dos mais específicos (derivados). Com base nos conceitos técnicos primários, definiram-se os conceitos comuns que serviriam de base para a “cola cognitiva” entre o conhecimento prévio e o conhecimento técnico. Esse processo de organização conceitual foi realizado com o auxílio de um esquema gráfico denominado de “mapa conceitual hierárquico” cujo sentido é possibilitar a visualização dos conceitos em uma ordem de subsunção, partindo de forma gradual, dos conceitos primários (primitivos) para os conceitos derivados (secundários). De fato, a construção do mapa conceitual hierárquico auxilia na integração dos diferentes tipos de saberes, sendo uma importante estratégia para organização das sequências de ensino, e ajuda a controlar o nível de dificuldade da atividade. O mapa conceitual hierárquico está representado pela figura 4.

**Figura 4 - Mapa conceitual hierárquico representando os conceitos comuns, os conceitos primários e os conceitos derivados do tema Fluxo da Informação Genética**



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 4.3.2 Determinação das ferramentas estruturantes e implementação das atividades investigativas

Entende-se como ferramentas estruturantes o conjunto de técnicas e/ou metodologias que facilitam o processo de ensino-aprendizagem. Ausubel (1968) destaca a adequabilidade metodológica dessas ferramentas: as ferramentas estruturantes permitem fornecer os fundamentos conceituais necessários para favorecer a assimilação e a memorização dos conteúdos.

As ferramentas estruturantes foram definidas para cada momento da fase de interação (I) do modelo PIC, com base em um amplo processo de reflexão buscando um equilíbrio paradidático entre a informação, a estrutura escolar vigente e a formatação espaço-temporal do plano de ensino.

Para a etapa de abertura, optou-se em não iniciar a aula expondo os objetivos, mas colocar em cena uma estratégia de ativação dos conceitos comuns por meio de uma dinâmica envolvendo a construção de objetos com peças de lego (bloquinhos de montar), a partir de um manual de instruções. A dinâmica foi construída com a intenção de trabalhar os conceitos comuns envolvendo armazenamento e interpretação de informação em códigos.

A fase de modelagem foi pensada para a execução de um ensino por investigação visando à demonstração dos conceitos técnicos. Para isso, foram realizadas atividades experimentais, por meio da utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TIDC), em um laboratório virtual. Foram trabalhados os seguintes conceitos técnicos: ácido desoxirribonucleico (DNA), ácido ribonucleico (RNA), composição química e estrutura do DNA/RNA, nucleotídeos, genes, complementariedade de bases. Os experimentos simulados, foram produzidos pelo próprio docente aplicador através do programa Microsoft PowerPoint, com construção de um laboratório virtual de biotecnologia, e utilização de diversas animações. O docente atuou como mediador da atividade, estimulando os alunos nas discussões e análises dos procedimentos.

Através da demonstração investigativa, o docente executava e descrevia cada etapa do experimento, buscava instigar a participação dos alunos na elaboração de hipóteses e interpretação dos resultados até atingir a conclusão. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente. “A simulação de experimentos virtuais, permitem demonstrar, de forma simplificada, o processo de construção ou produção do conhecimento” (MALDANER, 2003, p. 57). Portanto, na transição das etapas de abertura para a modelagem, procurou-se executar a “cola cognitiva” entre os conceitos comuns (ou conceitos prévios) trabalhados na dinâmica, com os conceitos técnicos primários e derivados. Segundo Carvalho (2013), atividades com demonstrações investigativas são executadas pelo professor, enquanto os alunos observam, porém são investigativas porque não são utilizadas apenas para ilustrar, mas permitir que o aluno reflita sobre o assunto e busque uma explicação por meio de um modelo conceitual. Findada essa etapa, o docente solicitou como tarefa de casa, a confecção de modelos didáticos/maquetes que representassem alguns conceitos trabalhados, contribuindo para um maior aprofundamento do conteúdo.

Para a prática guiada foi desenvolvido um tapete didático interativo, tendo como propósito ajudar no aprendizado dos conceitos específicos secundários do conteúdo, demonstrando como se processa o Fluxo da Informação Genética, por meio da simulação do processo de transcrição e tradução de forma lúdica, conforme detalhamento presente na cartilha didática (Apêndice E).

Na prática autônoma, os alunos praticam o que aprenderam de maneira autônoma e individual, isto é, sem ajuda do professor ou dos colegas de turma. Dessa forma, optou-se na

realização de um questionário avaliativo de aprendizagem, com questões objetivas e discursiva, com o objetivo de analisar a eficácia da proposta de ensino.

Na fase de encerramento, optou-se por realizar uma revisão do conteúdo Fluxo da Informação Genética, através de explanação dialogada, selecionando dentro do que foi estudado, os elementos que merecem maior atenção e que são fundamentais reforçar. Também foi necessário fazer a correção do questionário avaliativo da aprendizagem, de modo a esclarecer possíveis dúvidas, e dar um *feedback* sobre quais alternativas estavam corretas.

#### **4.3.3 Organização do plano de aulas sobre Fluxo da Informação Genética**

Foram organizados duas sequência de aulas sobre o tema, um baseado no ensino convencional e outro fundamentado nas etapas do Ensino Explícito adaptada com uma abordagem investigativa. Independentemente do tipo de abordagem de ensino, exigiu-se do docente um planejamento, organização dos objetivos a serem alcançados, seleção das estratégias e recursos adequados.

A organização do plano de aula baseado no ensino convencional foi elaborado pelo professor e pesquisador participante do estudo, George Bergson Carvalho Cirino. O plano de aula seguiu o passo-a-passo necessário para sua construção: conteúdo, objetivos, duração, recursos didáticos, metodologia, avaliação e referências. Denominamos de ensino convencional, o ensino que já está sendo empregado nas escolas alvos, independente da estratégia pedagógica subjacente. Nesse estudo, observamos para essa abordagem a utilização de metodologias inovadoras, enriquecidas com o uso de mídias, construção de modelos didáticos. Entretanto, o processo é centrado na utilização do livro didático e materiais impressos como fonte de estudo e não há incentivo ao desenvolvimento da metacognição investigativa (ARAÚJO, 2007).

O plano de aula baseado no Ensino Explícito, foi organizado pelo professor pesquisador, Álisson Luiz dos Santos, conforme descrito no tópico anterior e cuja a aplicação foi pormenorizada na cartilha (Apêndice E).

Os dois planos de aula — convencional e explícito — sobre Fluxo da Informação Genética foram ajustados para um intervalo de tempo de 04 h/a (quatro horas/aula; 1 aula = 60 minutos), dividido em dois momentos, para não comprometer o andamento do programa

curricular da instituição. Sendo que 02 h/a (duas horas/aula) foi aplicada em uma semana, e as outras 02 h/a na semana seguinte. Uma turma recebeu o ensino convencional, denominada turma controle, e a turma que recebeu o Ensino Explícito, foi denominada de turma experimental. A organização dos dois planos de aulas está retratada nos quadros 05 e 06.

**Quadro 5 – Plano de aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no ensino convencional**

(Continua)

<b>PLANO DE AULA – ENSINO CONVENCIONAL</b>	
<b>Instituição Escolar:</b> Escola Estadual Aristheu de Andrade	
<b>Cidade:</b> Colônia Leopoldina/AL	
<b>Disciplina:</b> Biologia	<b>Público Alvo:</b> Alunos do Ensino Médio
<b>Docente:</b> George Bergson Carvalho Cirino	<b>Carga horária:</b> 04 h/a (240 min.)
<b>TEMA</b>	
FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA	
<b>OBJETIVOS</b>	
<b>Geral:</b>	
- Compreender o processo de síntese proteica e as estruturas envolvidas de forma clara e objetiva.	
<b>Específicos:</b>	
- Conhecer a natureza química dos ácidos nucleicos (DNA e RNA);	
- Diferenciar as funções de cada tipo de RNA (RNA mensageiro, RNA transportador e RNA ribossômico);	
- Reconhecer os mecanismos envolvidos no processo de transmissão da informação genética.	
<b>CONTEÚDOS</b>	
- Os ácidos nucleicos: DNA e RNA;	
- Duplicação do DNA;	
- Os tipos de RNAs;	
- Síntese proteica: transcrição e tradução.	
<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	
- Material multimídia: data show, notebook e caixinha de som; quadro branco; livro didático; papel sulfite.	
<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	
<b>1ª Aula (60 min):</b>	
- Levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos a respeito do tema;	
- Aula expositiva sobre os ácidos nucleicos (DNA e RNA) através de diapositivos e livro didático.	
<b>2ª Aula (60 min):</b>	
- Aula expositiva sobre os processos de replicação, transcrição e tradução, através de diapositivos e livro didático;	
- Anotação dos principais conceitos e esquemas apresentados sobre o conteúdo.	
<b>3ª Aula (60 min):</b>	
- Revisão dos principais conceitos sobre os ácidos nucleicos e os mecanismos da informação genética;	
- Apresentação do vídeo de animação “Do DNA à Proteína”;	
- Atividade individual: Esquematização em papel sulfite da molécula do DNA e formação do RNAm.	
<b>4ª Aula (60 min):</b>	
- Socialização da atividade individual;	
- Aplicação do questionário de avaliação da aprendizagem, questionário socioeconômico e o questionário de avaliação da aplicação do plano de aula.	

(Conclusão)

<b>AVALIAÇÃO</b>
- Participação dos alunos nas atividades; - Questionário com questões objetivas e subjetiva.

<b>REFERÊNCIAS</b>
- GODOY, Leandro Pereira; OGO, Marcela Yaemi. Contato Biologia. São Paulo: Quinteto, 2016. V. 3. - Inteligentista. Do DNA à Proteína. 2017. (3m13s). Categoria: Ciência e tecnologia. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I">https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I</a> . Acesso em: 14 de jan. 2020.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador participante George Bergson Carvalho Cirino (2020).

### Quadro 6 – Plano de aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no Ensino Explícito adaptado com uma abordagem investigativa

(Continua)

<b>PLANO DE AULA – ENSINO EXPLÍCITO</b>	
<b>Instituição Escolar:</b> Escola Estadual Aristheu de Andrade	
<b>Cidade:</b> Colônia Leopoldina/AL	
<b>Disciplina:</b> Biologia	<b>Série:</b> 3º Ensino Médio ou estudantes do ensino médio
<b>Docente:</b> Álisson Luiz dos Santos	<b>Carga horária:</b> 04 h/a (240 min.)

<b>TEMA</b>
FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA

<b>OBJETIVOS</b>
<b>Geral:</b> - Compreender o processo de síntese proteica e suas etapas, a partir da duplicação do DNA formação do RNA mensageiro até a tradução da informação gênica em proteína, através de um ensino sistemático, estruturado e explícito.
<b>Específicos:</b> - Localizar a informação genética dentro da célula; - Conhecer a organização, estrutura e composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA); - Entender o papel de cada um dos RNAs (mensageiro, transportador e ribossômico) no processo de síntese proteica; - Compreender os mecanismos relacionados ao fluxo da informação genética (replicação, transcrição e tradução).

<b>CONTEÚDOS</b>
- Estrutura dos ácidos nucleicos: DNA e RNA; - Replicação do DNA; - Transcrição da informação do DNA para o RNA; - O código genético; - Tipos de RNAs e suas funções (mensageiro, transportador e ribossômico); - Mecanismo da síntese proteica: tradução.

<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>
- Dinâmica: peças de lego (bloquinhos de montar), manual de instruções; material multimídia: data show, notebook e caixinha de som; plaquinhas com conceitos gerais e específicos; fita adesiva; quadro branco; pincel marcador para quadro branco; fotocópia da paródia; tapete didático interativo e peças para fixar; maquetes; fotocópias dos questionários.

(Conclusão)

**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS****1. ABERTURA****1.1 GESTÃO DE CLASSE (≅ 5 min)**

- Organização da sala;
- Orientar os discentes sobre comportamento, e solicitar colaboração e participação nas etapas da aula.

**1.2 GESTÃO DOS APRENDIZADOS (≅ 35 min)**

- Dinâmica: Montagem de objetos com bloquinhos de montar (peças de lego);
- Levantamento dos conhecimentos prévios: conceitos gerais ou comuns;
- Transição da abertura da aula para a etapa de modelagem: cola cognitiva dos conceitos gerais com os conceitos específicos, através da utilização de plaquinhas para os alunos fixarem no quadro branco.

**2. CORPO DE AULA****2.1 MODELAGEM (≅ 80 min.)**

- Experimentos simulados virtuais através de abordagem investigativa para estudo dos conceitos primários referente ao conteúdo;
- Aula expositiva dialogada com apresentação de diapositivos no projetor multimídia;
- Apresentação de paródia;
- Revisão dos principais conceitos apresentados;
- Solicitação de maquete da molécula do DNA para próxima aula.

**2.2 PRÁTICA GUIADA (≅ 60 min.)**

- Exposição das maquetes da molécula do DNA;
- Resgatar os conceitos primários trabalhados nas etapas anteriores (abertura e modelagem);
- Simulação do fluxo da informação genética com a utilização de tapete didático interativo, para abordagem dos conceitos derivados do conteúdo;
- Apresentação de diapositivos e vídeo de animação sobre o fluxo da informação genética, “Do DNA a Proteína”, através do projetor multimídia;
- Revisão dos principais conceitos apresentados.

**2.3 PRÁTICA AUTÔNOMA (≅ 40 min.)**

- Aplicação de teste individual com questões objetivas e subjetiva.

**3. ENCERRAMENTO (≅ 20 min.)**

- Revisão geral do tópico fluxo da informação genética;
- Correção do questionário avaliativo da aprendizagem de forma dialogada;
- Aplicação de questionário socioeconômico e questionário de avaliação do plano de aula;
- Agradecimentos pela participação e colaboração dos alunos.

**AVALIAÇÃO**

- Qualitativa (Participação e interação dos alunos nas atividades realizadas; Questionário de avaliação da abordagem);
- Quantitativa (Questionário de avaliação da aprendizagem).

**REFERÊNCIAS**

- GODOY, Leandro Pereira; OGO, Marcela Yaemi. Contato Biologia. São Paulo: Quinteto, 2016. V. 3.
- Planeta Biológico. Ácidos nucleicos. 2015. (3m51s). Categoria: Pessoas e Blogs. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lqceqmKOQ1c> . Acesso em: 17 de jan. 2020.
- APhysio. Mecanismo de replicação do DNA, em 3D. 2016. (3m40s). Categoria: Pessoas e Blogs. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zVaPuthUdWw> . Acesso em: 06 de jan. de 2020.
- Inteligentista. Do DNA à Proteína. 2017. (3m13s). Categoria: Ciência e tecnologia. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I) . Acesso em: 06 de jan. 2020.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### **4.4 Aplicação do plano de Ensino Explícito adaptado (e de ensino convencional, controle) durante as aulas de Biologia em turmas do Ensino Médio**

##### **4.4.1 Local da pesquisa**

O campo de pesquisa para a execução dos trabalhos foram duas escolas públicas estaduais: Escola Estadual Aristheu de Andrade, Colônia Leopoldina/Alagoas e Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes, Maceió/Alagoas. As escolas foram selecionadas devido ao fato de serem as instituições onde os pesquisadores exercem a função de professor da disciplina de Biologia. O desenvolvimento do projeto foi previamente acordado com a direção das escolas através de uma declaração de anuência, autorizando a realização do projeto.

A Escola Estadual Aristheu de Andrade, localizada na região central do município de Colônia Leopoldina/Alagoas, é a única de Ensino Médio na cidade (Figura 5A). A instituição apresenta cerca de 822 alunos matriculados e distribuídos em 18 turmas, contendo a modalidade de ensino médio regular nos 3 turnos, e o ensino médio EJA (Educação de Jovens e Adultos) somente no turno noturno. O resultado da nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 2017 foi de 3,6; sendo superior ao IDEB da rede estadual que foi de 3,3. A estrutura física conta com 06 salas de aula, pátio, uma pequena sala de leitura, sala de professor, secretaria, diretoria, um laboratório de informática que foi adaptado para o funcionamento de uma turma. A escola carece de laboratório de Ciências, e o ginásio poliesportivo fica localizado em outro espaço predial.

A Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes, localizada na Rua Cônego Machado, S/N, Farol, Maceió/Alagoas, funciona em tempo integral com o Ensino Fundamental (anos finais) e Ensino Médio (Figura 5B). A instituição possui 13 turmas, sendo 6 turmas de Fundamental (anos finais) e 7 turmas de Ensino Médio, atendendo 508 alunos matriculados no ano letivo 2020. A escola dispõe de laboratório de informática, internet banda larga, laboratório de ciências, biblioteca, quadra de esporte descoberta, refeitório, auditório, área verde, pátio coberto e pátio descoberto. O resultado da nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 2017 foi de 5,0 para Ensino Fundamental (anos finais) e 4,3 para o Ensino Médio.

**Figura 5 - Escolas Alvos da Pesquisa**

#### 4.4.2 Participantes da pesquisa

Foram alvo da pesquisa quatro turmas do ensino médio regular com um total de 170 (cento e setenta) alunos, distribuídas de acordo com a organização do quadro 7.

**Quadro 7 - Organização do Local e Participantes da Pesquisa**

INSTITUIÇÃO	QUANTIDADE DE TURMAS	TURMAS	QUANTIDADE DE ALUNOS
Escola Estadual Aristheu de Andrade – Colônia Leopoldina/AL	02 (duas)	3º Ano “A”	50 alunos
		3º Ano “B”	45 alunos
Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes – Maceió/AL	02 (duas)	1º Ano “A”	36 alunos
		1º Ano “B”	39 alunos

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A escolha da série e conteúdo foi baseada em relatos de dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão de tópicos relacionados a série. Os tópicos selecionados foram na área de Biologia Celular e Molecular (BCM), especificamente “Organelas Citoplasmáticas” e

“Fluxo da Informação Genética”, visto que são considerados complexos e bastante cobrados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Convém reafirmar, que a presente dissertação descreve apenas o tema Fluxo da Informação Genética, enquanto o tema Organelas Citoplasmática faz parte de outro trabalho de dissertação. Porém os dados de ambos os trabalhos foram apresentados na seção dos resultados, nas duas dissertações, buscando reforçar o objetivo da investigação.

As turmas pré-existentes foram aleatoriamente destinadas para a aplicação das aulas com abordagem do Ensino Explícito ou Ensino Convencional. Portanto, o número de 50 (cinquenta) estudantes da Escola Estadual Aristheu de Andrade participaram das aulas planejadas seguindo o roteiro e etapas do método do Ensino Explícito para o tópico “Fluxo da Informação Genética”. Outros 45 (quarenta e cinco) estudantes, grupo controle, participaram das aulas do mesmo tópico seguindo a metodologia do ensino convencional. Na Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes, o número de 36 (trinta e seis) estudantes participaram das aulas com a abordagem do Ensino Explícito, e 39 (trinta e nove) estudantes com aulas pelo modelo de ensino convencional. Em cada escola onde aconteceu a pesquisa, a seleção das turmas ocorreu mediante as semelhanças de suas características, isto é, mesma modalidade de ensino, mesma série, mesmo turno, e semelhança no nível de desempenho. Para comprovar a semelhança do nível de desempenho na aprendizagem dos grupos controle e experimental, foram coletadas e comparadas as médias anuais da disciplina de Biologia do ano anterior (2019), de todos os participantes da pesquisa. Os dados foram coletados por meio do Sistema de Gestão do Estado de Alagoas (SAGEAL<sup>13</sup>).

Os critérios de inclusão estabelecidos com relação aos sujeitos da pesquisa foram: o sujeito deve estar devidamente matriculado na escola e frequentar as aulas de Biologia, além de possuírem a autorização do responsável por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE. Da mesma forma, os critérios de exclusão se configuram em alunos que se recusaram participar da pesquisa ou que não tiveram a devida autorização de seus responsáveis, alunos que forem transferidos da escola ou abandonar a escola durante o processo da pesquisa.

---

<sup>13</sup> O SAGEAL é a ferramenta oficial para o gerenciamento das informações pedagógicas e atividades administrativas das escolas públicas do Estado de Alagoas.

#### **4.5 Avaliação dos resultados do desempenho dos alunos entre o Ensino Convencional e o Ensino Explícito adaptado com abordagem investigativa utilizando métodos quantitativos e qualitativos**

A coleta de dados ocorreu mediante a utilização de instrumentos de análise quantitativa e qualitativa baseados em aplicação de questionários e na observação dos alunos durante a aplicação do plano de aula. Conforme Chaer, Diniz e Ribeiro (2011, p. 263) o questionário “é um poderoso instrumento na obtenção de informações, tendo um custo razoável, garantindo o anonimato e, sendo de fácil manejo na padronização dos dados, garante uniformidade”. Os questionários foram utilizados para: i. Avaliação da aprendizagem (Apêndice A); ii. Avaliação do perfil discente (Apêndice B); e iii. Avaliação da aplicação do plano de aula (Apêndice C).

O questionário de avaliação da aprendizagem foi elaborado com 10 (dez) questões, sendo 09 (nove) objetivas de múltipla escolha e 01 (uma) do tipo discursiva. Das questões aplicadas, 04 (quatro) foram elaboradas pelos pesquisadores, e 06 (seis) coletadas de exames de vestibulares nacionais, sendo que 05 (cinco) delas foram modificadas visando maior clareza e objetividade. O critério de seleção das questões foi o alinhamento curricular e coerência quanto aos tópicos que haviam sido planejados para a abordagem da aula.

O questionário socioeconômico foi construído pelos pesquisadores, e composto por 25 (vinte e cinco) questões, sendo 19 (dezenove) objetivas com respostas de múltipla escolha, duas com escala Likert (0 a 5) e 04 (quatro) discursivas. O questionário foi elaborado com o objetivo de coletar dados sobre aspectos da vida escolar dos discentes (15 questões), e suas condições socioeconômicas (10 questões), contribuindo para descrever o perfil dos participantes da pesquisa.

O questionário de avaliação da aplicação da aula foi produzido com 08 (oito) questões, sendo 06 (seis) com escalas numéricas de 0 a 5 do tipo Likert (onde o número 0 representa nenhuma relevância e o número 5 muita relevância), e 02 (duas) questões discursivas para coletar comentários pessoais sobre a abordagem da aula. Este questionário teve a finalidade de observar o nível de satisfação e qualidade das aulas.

Como se trata de uma pesquisa de natureza mista, os resultados foram analisados quantitativamente e qualitativamente, através da comparação dos dados obtidos nas turmas controle e experimental. A coleta das informações foi realizada entre as duas primeiras semanas

do mês março de 2020. Para tabulação e análise dos dados foram empregadas ferramentas de informática (planilha eletrônica Microsoft Excel e GraphPad Prism© Software Inc., San Diego, CA, EUA). Todas as análises foram conduzidas considerando-se o nível de confiança de 95% ( $\alpha = < 0,05$ ).

A análise quantitativa considerou os dados obtidos pelos questionários (socioeconômico, avaliação da aprendizagem e avaliação da aplicação do plano de aula). A pesquisa quantitativa é uma “metodologia (...) que procura quantificar os dados e, geralmente, aplica alguma forma de análise estatística”. (MALHOTRA, 2006 apud CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). Segundo Gil (1999, p. 128), as questões objetivas são habitualmente utilizadas porque conferem maior uniformidade às respostas e podem ser verificadas de maneira mais simples. É importante ressaltar que não foram atribuídas notas avaliativas a estes questionários, e este fato ficou claro aos alunos, para que não influenciasse no procedimento da pesquisa.

Os dados coletados no questionário socioeconômico, foram submetidos ao teste do Qui-quadrado para as variáveis qualitativas, e ao teste de Mann-Whitney para as variáveis quantitativas com Escala do tipo Likert, por causa da distribuição não paramétrica dos dados. A diferença entre os dois grupos (controle e experimental) foi considerada estatisticamente significativa ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ). O teste qui-quadrado serve para testar se duas ou mais amostras (ou grupos) independentes diferem quanto a uma determinada característica (BUSSAB; MORETTIN, 2006). O teste de Mann-Whitney foi usado para testar a heterogeneidade de duas amostras ordinais. Segundo Doane e Seward (2008, p.706), esse teste “compara duas populações, utilizando somente os postos dos dados de duas amostras independentes. Não requer normalidade, mas assume variâncias iguais”.

A pesquisa quantitativa também foi utilizada na avaliação do desempenho dos alunos obtidos por meio do questionário de avaliação de aprendizagem, formada por 10 (dez) questões. A análise estatística levou em consideração o questionário no contexto geral, e também por categorização, de acordo com o grau de dificuldade. Portanto, relativo a categorização, às questões de 1 a 5 foram classificadas como de nível médio, pois traziam informações relativas à estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). As questões de 6 a 10, foram classificadas como de nível elevado, organizadas da seguinte forma: questões de 6 a 9 (objetivas) requeriam conhecimento referente aos processos que envolvem a síntese proteica — replicação, transcrição e tradução gênica; a questão 10 (subjetiva) foi adaptada para a interpretação de uma simulação experimental, exigindo dos discentes, capacidade de

raciocínio em sua resolução. Para analisar o resultado do desempenho dos estudantes, a pontuação média nos testes foi comparada entre o grupo experimental e controle, através do teste t de Student (não-pareado). O teste t Student, ou simplesmente teste t é o método mais utilizado para se avaliar as diferenças entre as médias entre dois grupos independentes. A probabilidade de significância utilizada para todas as variáveis foi inferior a 5% ( $p < 0,05$ ).

No questionário de avaliação da aplicação da aula, também foi empregada a análise quantitativa por meio da utilização do teste não paramétrico de Mann-Whitney para as questões de escala numérica de 0 a 5 do tipo Likert, comparando a mediana ao invés da média (como no teste t).

Para a análise e tratamento dos dados qualitativos obtidos nas questões dissertativas dos questionários socioeconômico e de avaliação da aplicação da aula, utilizou-se a técnica proposta por Bardin (2011) de análise de conteúdo. Para a autora, o termo análise de conteúdo designa:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Bardin (2011) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: i. pré-análise, é a fase em que ocorre a chamada “leitura flutuante” e o material é organizado, compondo o corpus da pesquisa; ii. exploração do material, onde codificam-se e categorizam-se os dados; iii. tratamento dos dados e resultados, onde ocorre a interpretação dos resultados por meio da inferência.

A análise de conteúdo considerou a interpretação do pesquisador, acerca dos dados obtidos pelos questionários (socioeconômico e avaliação do plano de aula) aplicados, bem como o diagnóstico, a percepção, a participação do aluno, suas interações, emoções e o processos de aquisição e retenção do conhecimento de forma que forneça uma descrição da realidade. Creswell (2007) coloca que a pesquisa qualitativa é fundamentalmente interpretativa, o que significa que o pesquisador faz uma análise e interpretação dos resultados. Para Ludke e André (1986), em ambiente educacional, a análise qualitativa permite maior captação das informações desejadas, pois possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno observado.

#### **4.6 Construção de uma cartilha (manual) de aplicação com roteiro, plano de aula e fundamentação teórica baseado no Ensino Explícito adaptado com atividades investigativas**

A presente pesquisa se insere na linha de pesquisa: “Comunicação, Ensino e aprendizagem em Biologia”, e ao macroprojeto: “Novas práticas e estratégias pedagógicas para o Ensino de Biologia” do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. Como produto educacional, foi elaborada e construída uma cartilha didática para ser utilizada como material de apoio na prática docente, particularmente àqueles professores que desejam empregar em sua prática pedagógica, um método de ensino estruturado, sistemático e explícito implementado com atividades de caráter investigativo (Apêndice E).

A cartilha é uma ferramenta didática de suma importância para melhor entendimento de temas cientificamente conceituados, pois utiliza de linguagem clara, didática, ilustrada, de modo mais genérico do que os livros, que por sua vez são mais complexos, promovendo assim um saber básico e de fácil compreensão, para pesquisas rápidas e essenciais.

Segundo Marteis, Makowski e Santos (2011) afirmam que as cartilhas podem ser aplicadas às diversas áreas das ciências e em vários campos do ensino, desde que apresentem um contexto. Dessa forma, as cartilhas podem ser instrumentos aliados ao processo de ensino-aprendizagem.

Diante do que foi explanado, a produção da cartilha didática buscou trazer informações sobre a integração de uma abordagem investigativa aos princípios do Ensino Explícito, e sua adaptação para as aulas de Biologia sobre Fluxo da Informação Genética. Encontra-se na cartilha as etapas, roteiro, plano de aula e fundamentação teórica baseado no Ensino Explícito adaptado. Convém ressaltar, que a cartilha pode ser utilizada por qualquer docente, não apenas da disciplina de Biologia, uma vez que a abordagem do Ensino Explícito e a abordagem investigativa podem ser empregadas em outras áreas do conhecimento.

A cartilha foi elaborada pelo autor da pesquisa e produzida em colaboração de um designer gráfico, para melhor definição da apresentação estética e as características de diagramação. Esse material didático foi desenvolvido em formato impresso, possuindo 38 páginas, tamanho A4, com metade da folha formando uma página. Foram publicadas 20 (vinte) cartilhas, sendo distribuídas junto aos professores das escolas submetidas ao projeto de pesquisa.

O intuito deste material didático é levar aos docentes uma fonte de consulta, que venha enriquecer o seu trabalho, possibilitando novas formas de aperfeiçoamento e apropriação de novas estratégias que contribuam para os processos de ensino e aprendizagem.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Perfil dos participantes da pesquisa

Com o objetivo de compreender o contexto em que os alunos estão inseridos, avaliamos o perfil dos participantes da pesquisa com base no questionário socioeconômico. Participaram da pesquisa 95 (noventa e cinco) estudantes da Escola Estadual Aristheu de Andrade, sendo 50 (cinquenta) do grupo experimental e 45 (quarenta e cinco) do grupo controle. Os dados coletados referentes as condições socioeconômicas estão dispostos na tabela 1.

**Tabela 1 – Perfil e condições socioeconômicas dos participantes da pesquisa**

(continua)

Itens	Escola Estadual Aristheu de Andrade		Valor de P	Qui-quadrado
	Controle (n=45)	Experimental (n=50)		
Gênero	Masculino 38%	Masculino 32%	0,4923	0,4715
	Feminino 58%	Feminino 66%		
	Não responderam 4%	Não responderam 2%		
Localização da residência do estudante	Zona rural 53%	Zona rural 26%	0,0064	7,442
	Zona urbana 47%	Zona urbana 74%		
Quantidade de pessoas que moram na mesma residência	1 a 5 pessoas 78%	1 a 5 pessoas 86%	0,2825	1,155
	6 ou mais pessoas 20%	6 ou mais pessoas 12%		
	Não responderam 2%	Não responderam 2%		
Quantidade de alunos que moram com os pais	Com o pai e a mãe 67%	Com o pai e a mãe 60%	0,4064	1,801
	Apenas com o pai -	Apenas com o pai -		
	Apenas com a mãe 13%	Apenas com a mãe 24%		
	Outro responsável 20%	Outro responsável 16%		
Quantidade de alunos que possuem algum tipo de trabalho fora de casa	11%	10%	0,8601	0,03105

(conclusão)

Itens	Escola Estadual Aristheu de Andrade		Valor de P	Qui-quadrado
	Controle (n=45)	Experimental (n=50)		
Renda familiar	Nenhuma renda 11%	Nenhuma renda 10%	0,8312	0,8759
	Até 1 salário 54%	Até 1 salário 44%		
	De 1 a 3 salários 31%	De 1 a 3 salários 38%		
	De 3 a 6 salários 4%	De 3 a 6 salários 6%		
	Não responderam -	Não responderam 2%		
Quantidade de alunos que possuem computador em casa	24%	36%	0,2220	1,491
Quantidade de alunos que possuem aparelho celular	93%	92%	0,8038	0,06169
Quantidade de alunos que possuem acesso à internet em casa	87%	94%	0,2230	1,485
Tempo médio diário de navegação na internet	Menos de 1 hora 9%	Menos de 1 hora 2%	0,0251	11,13
	Entre 1 e 2 horas 15%	Entre 1 e 2 horas 38%		
	Entre 2 e 3 horas 11%	Entre 2 e 3 horas 16%		
	Mais de 3 horas 58%	Mais de 3 horas 44%		
	Não navego na internet 7%	Não navego na internet -		

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Observamos que para todas as variáveis não houve diferença significativa entre os grupos amostrais, exceto em relação a localização da residência dos estudantes e o tempo médio diário de navegação na internet.

De fato, o grupo controle apresentou aproximadamente o dobro de alunos que residem em espaço rural ( $P < 0,05$ ). É interessante notar que a diferença quanto localização de residência não implicou diferenças significantes no acesso à internet em casa. Sabe-se que a internet, quando bem utilizada, é excelente ferramenta pedagógica, oferecendo maior subsídio de aprendizado para os alunos.

Neste sentido, Behrens (2000) salienta que:

O uso da Internet com critério pode tornar-se um instrumento significativo para o processo educativo em seu conjunto. Ela possibilita o uso de textos, sons, imagens e vídeo que subsidiam a produção do conhecimento. Além disso, a Internet propicia a criação de ambientes ricos, motivadores, interativos, colaborativos e cooperativos.

Um número significativo de estudantes possui aparelho celular e tem acesso regular à internet em sua residência, dedicando um período diário bem expressivo. A maioria declarou ficar conectada à internet durante em média duas a três horas diárias. Porém, 7% dos participantes do grupo controle indicaram não navegar na internet. Em relação ao número de alunos que possuem computadores, percebemos que a quantidade é inferior ao número de celulares, sendo apenas 24% no grupo controle e 36% no grupo experimental, isso se deve principalmente ao valor de aquisição de cada equipamento.

A tabela 2 reúne os dados coletados dos participantes dos grupos controle e experimental quanto aos aspectos da sua vida escolar.

**Tabela 2 – Aspectos da vida escolar dos participantes da pesquisa**

(continua)

Itens	Escola Estadual Aristheu de Andrade		Valor de P	Qui-quadrado
	Controle (n=45)	Experimental (n=50)		
Idade dos estudantes	Até 18 anos 78%	Até 18 anos 94%	0,0085	6,932
	Acima de 18 anos 22%	Acima de 18 anos 4%		
	Não responderam -	Não responderam 2%		
Tipo de escola que o aluno frequentou durante seu percurso escolar	Somente em escola pública 82%	Somente em escola pública 88%	0,4276	0,6292
	Somente em escola particular -	Somente em escola particular -		
	Em escola pública e em escola particular 18%	Em escola pública e em escola particular 12%		
Alunos que reprovaram em alguma série durante sua vida escolar	29%	8%	0,0080	7,034

(continuação)

Itens	Escola Estadual Aristheu de Andrade			
	Controle (n=45)	Experimental (n=50)	Valor de P	Qui-quadrado
Alunos que abandonaram a escola durante o período de aulas e ficaram fora da escola em algum ano letivo	Não 91%	Não 100%	0,0312	4,640
	Sim, uma vez 9%	Sim, uma vez -		
	Sim, duas vezes ou mais -	Sim, duas vezes ou mais -		
Nível de escolaridade do pai do estudante	Não estudou 2%	Não estudou 8%	0,8061	2,301
	Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário) 40%	Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário) 38%		
	Da 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio) 13,5%	Da 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio) 18%		
	Ensino Médio (antigo 2º grau) 13,5%	Ensino Médio (antigo 2º grau) 10%		
	Ensino Superior 2%	Ensino Superior 2%		
	Não sabe 29%	Não sabe 24%		
Nível de escolaridade da mãe do estudante	Não estudou 9%	Não estudou 2%	0,0022	18,66
	Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário) 62%	Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário) 30%		
	Da 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio) 7%	Da 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio) 28%		
	Ensino Médio (antigo 2º grau) 2%	Ensino Médio (antigo 2º grau) 16%		
	Ensino Superior 7%	Ensino Superior 10%		
	Não sabe 13%	Não sabe 14%		

(conclusão)

Itens	Escola Estadual Aristheu de Andrade			
	Controle (n=45)	Experimental (n=50)	Valor de P	Qui-quadrado
Quantidade de alunos que utilizam a internet para pesquisas e estudos	91%	100%	0,0312	4,640
Quantidade de alunos que seus pais ou responsáveis o incentivam a estudar	98%	100%	0,2893	1,123
Quantidade de alunos que seus pais ou responsáveis o incentivam a ir à escola e/ou não faltar às aulas	98%	100%	0,2893	1,123
Quantidade de alunos que declararam gostar de estudar a disciplina de Biologia	93%	100%	0,0636	3,442

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

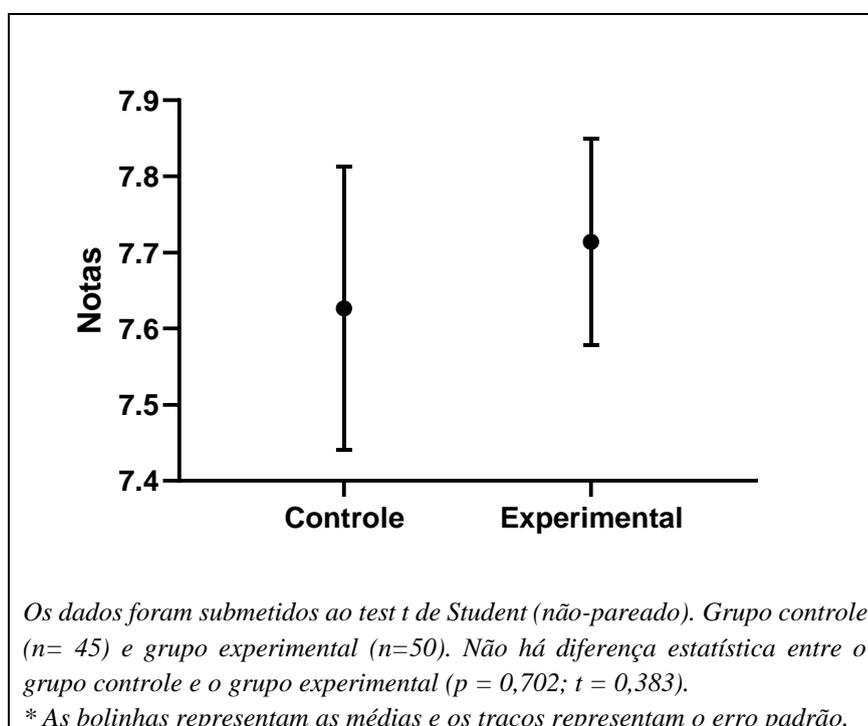
Observamos que o grupo controle é constituído por um quantitativo significativamente maior de alunos com faixa etária superior a 18 anos ( $P < 0,05$ ). Percebe-se, portanto, uma taxa relevante de alunos com distorção idade-série, nos dois grupos da pesquisa, porém no grupo controle essa taxa foi mais acentuada. Segundo o MEC, a distorção idade-série é o indicador educacional que permite acompanhar o percentual de alunos, em cada série. O discente é considerado em situação de distorção idade-série quando a diferença entre a sua idade e a idade prevista para a série é de dois anos ou mais. Em relação ao tipo de escola que o aluno frequentou durante seu percurso escolar, um total de 82% dos estudantes do grupo controle informou que estudaram apenas em escolas públicas e 18% em escolas públicas e privadas. No grupo experimental, 88% dos alunos estudaram apenas em escolas públicas e 12% em escolas públicas e privadas. Os números de reprovação ( $P = 0,0080$ ) e abandono escolar ( $P = 0,0312$ ) foram significativamente maiores no grupo controle, onde 29% dos alunos mencionaram terem sido reprovados, sendo que 9% já haviam abandonado os estudos uma vez no seu percurso escolar. Enquanto no grupo experimental, apenas 8% apresentaram reprovações e nenhum citou ter abandonado os estudos.

Ao analisar a escolaridade dos pais dos estudantes, é possível perceber que grande parte deles não apresentam escolaridade em nível superior. Verificou-se que uma parte significativa dos pais e mães concluíram apenas o ensino fundamental (antigo primário), tendo no grupo controle uma taxa de 42% dos pais e 71% das mães; e no grupo experimental, 46% dos pais e 32% das mães. É curioso notar a quantidade de alunos que não conhecem a escolaridade de seus pais (grupo controle: 29% desconhecem a escolaridade do pai e 13% da mãe; grupo experimental: 24% desconhecem a escolaridade do pai e 14% da mãe). Comparando os dois grupos da pesquisa, o item escolaridade dos pais não apresentou diferença significativa, porém as mães com escolaridade em nível superior são significativamente mais representadas no grupo experimental. De todo modo, os participantes dos grupos controle e experimental declararam que são incentivados pelos pais a estudarem e serem frequentes na escola. A participação dos pais na educação escolar dos filhos é de grande importância, conforme destacado por Soares, Souza e Marinho (2004), as interações, o incentivo e a disposição de fornecer dicas eficientes aumentam o interesse e a satisfação dos filhos pelos estudos, e promove condições que favorecem a aprendizagem.

Levando em consideração os dados socioeconômicos, observamos, portanto, que o grupo controle diferiu significativamente em algumas variáveis (localização de residência dos estudantes, tempo médio diário de navegação na internet, idade, nível de escolaridade da mãe, reprovação e evasão em alguma etapa da vida escolar), que a priori apresentam o potencial de favorecer um melhor desempenho escolar.

Para avaliar se as diferenças socioeconômicas observadas refletem diferenças de desempenho escolar, comparamos o histórico escolar dos participantes dos grupos controle e experimental (figura 6). Para isso, utilizamos os dados referentes a média anual na disciplina de Biologia obtida no ano anterior (2019), coletados no Sistema de Gestão do Estado de Alagoas (SAGEAL). Podemos observar que não há diferença significativa na média entre os grupos controle (média de 7,627) e grupo experimental (média de 7,714). Os dados das médias dos dois grupos da pesquisa revelaram que, independente das diferenças verificadas por meio do questionário socioeconômico, não foram observadas diferenças significativas no desempenho dos alunos na disciplina de Biologia.

**Figura 6 – Comparação das médias anuais de Biologia do ano anterior (2019) dos alunos participantes da pesquisa, organizadas conforme o grupo controle e experimental em que estão inseridos.**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nos contextos educacionais, os pensamentos reforçam aspectos mistificados acerca dos alunos de zona rural, alunos repetentes ou evadidos, estigmatizando esses sujeitos como representações de inferioridade de desempenho na aprendizagem. A imagem associada aos residentes da zona rural aparece relacionadas a ideia de atraso e julgamento social.

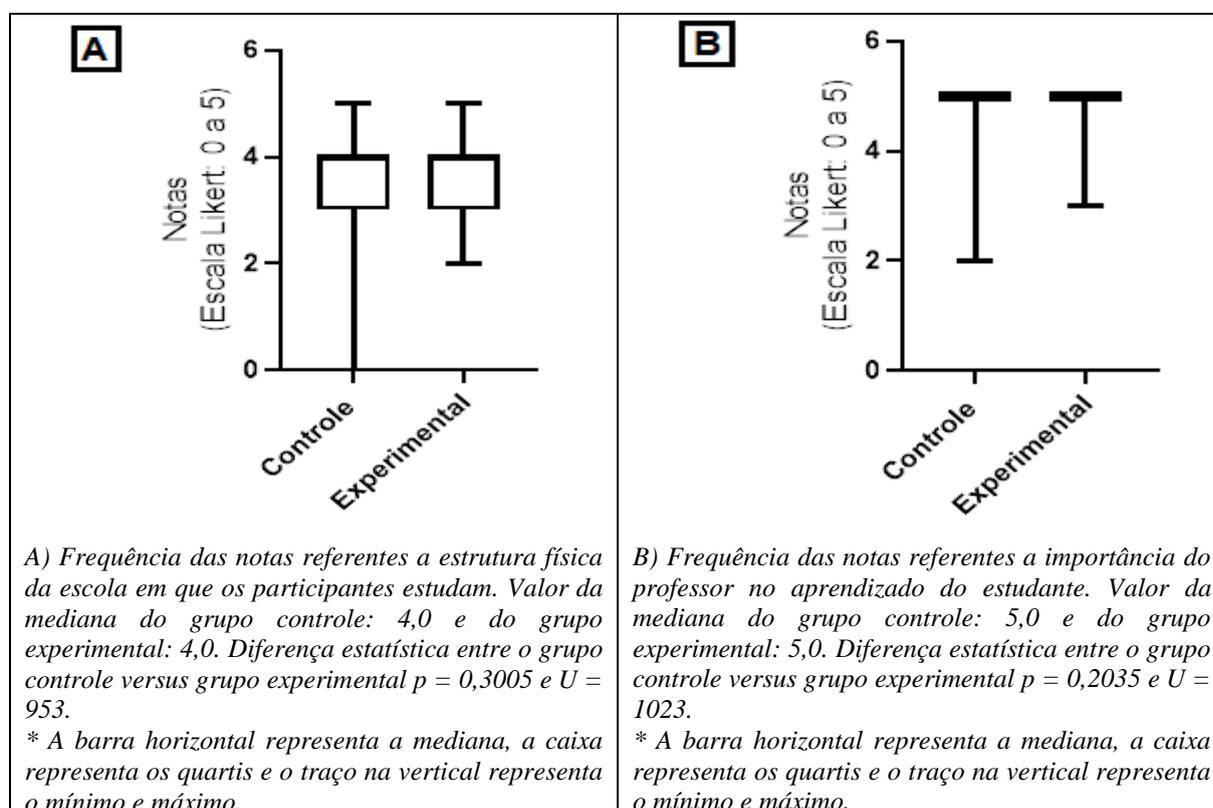
Apesar de fatores socioeconômicos estarem diretamente relacionados ao desempenho dos educandos, pesquisas vem apontando a existência de diferenças de níveis de aprendizados entre alunos, em condições de vida análogas (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014). Essas desigualdades de desempenho dos alunos podem ser justificadas por alguns fatores como o ambiente escolar, e inclusive pelo efeito professor (WANG; HAERTEL; WALBERG, 1993 apud GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014, p. 40).

Em relação aos dados específicos da disciplina de Biologia e da instituição de ensino, observamos que não houve diferenças estatística entre os grupos. Insta notar que no grupo controle, 93% dos alunos declararam gostar da disciplina de Biologia, enquanto no grupo experimental a taxa foi de 100%. Mesmo cientes da importância da renovação do ensino da Biologia, que venha a ser mais dinâmica, interessante e significativa, percebe-se que os alunos aprovam e gostam da disciplina, o que se deduz que essa satisfação seja motivada pela

importância e relação que os conteúdos tem em nossas vidas, ou até mesmo pela postura e práticas adotadas pelo docente em sala de aula.

Ainda no questionário socioeconômico, os alunos avaliaram a estrutura física da escola em que estudam e a importância do professor no seu aprendizado. A figura 7 apresenta os resultados desses dois itens analisados. Observa-se que para os dois itens analisados, os resultados do grupo controle e experimental foram bem semelhantes. Destaque para às medianas referentes a importância do professor no aprendizado do aluno, onde nas duas turmas apresentaram valores bem significativos.

**Figura 7 – Resultado do questionário socioeconômico referentes aos itens avaliados por meio de escala Likert (0 a 5).**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os resultados apresentados na figura 7 demonstram que o valor da mediana foram iguais entre o grupo controle e experimental, porém a frequência entre o valor mínimo e o máximo das notas expressas pelos estudantes teve uma variação relevante entre os grupos amostrais.

Um item do questionário solicitou que os estudantes indicassem algumas sugestões para sua escola que contribuísse para seu aprendizado. Dos dados coletados, 53% dos alunos do grupo controle e 54% do grupo experimental mencionaram que gostariam que sua escola tivesse

um laboratório de Ciências/Biologia; 18% e 10% dos grupos controle e experimental, respectivamente citaram também o laboratório de informática; 9% da turma controle e 8% da turma experimental indicaram como sugestão o desenvolvimento de aulas práticas; outras sugestões envolveram aulas voltadas para o ENEM, internet disponível para os alunos, dentre outros.

## 5.2 Aplicação dos planos de aulas baseados no ensino convencional e Ensino Explícito associado a abordagem investigativa sobre Fluxo da Informação Genética

O tópico Fluxo da Informação Genética abordado com base no ensino convencional foi organizado pelo docente George Bergson Carvalho Cirino. A aplicação ocorreu mediante aulas expositivas, com utilização do livro didático e material multimídia para apresentação de diapositivos e vídeos (figura 8). Os alunos demonstraram estar atentos a explanação, apesar de haver pouca interação durante as aulas, reagindo somente em resposta a algum questionamento do professor.

Conforme relato do docente, os estudantes apresentaram um bom comportamento e uma boa participação, não havendo interferência no decorrer da aula relacionado à conversas paralelas e brincadeiras. Deduz-se que essa postura esteja relacionada a presença de um professor diferente, e principalmente ao desempenho do docente em ministrar a aula, sendo bem avaliado pelos alunos no questionário de avaliação da aplicação da aula, cujos resultados serão apresentados adiante.

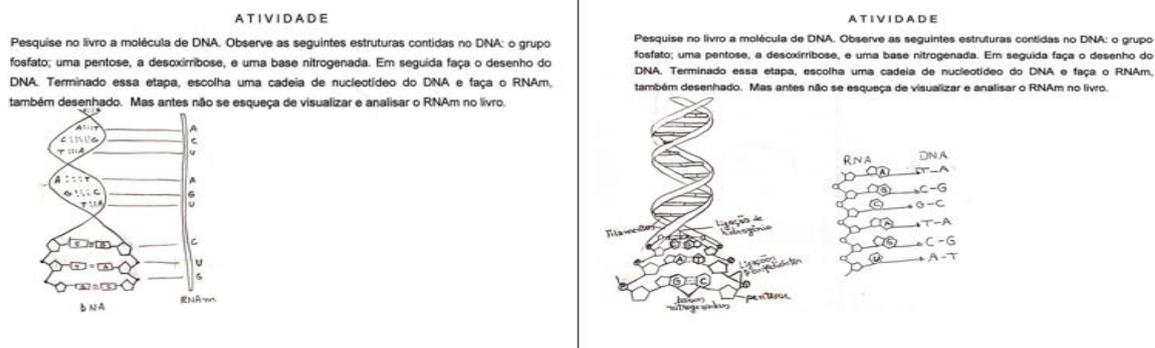
**Figura 8 – Aplicação das aulas através do ensino convencional**



Fonte: Acervo do autor (2020).

Ao finalizar a exposição do conteúdo, o docente solicitou que os estudantes com o apoio do livro didático desenhassem no papel sulfite, a esquematização de um trecho do DNA, simulando em seguida a formação do RNAm, a partir de uma fita molde do DNA (figura 9). Nesse momento, o professor circulou entre os alunos, procurando esclarecer as dúvidas. A realização de uma atividade prática, reforçando as informações explanadas na aula expositiva com o acompanhamento do docente, colabora com o processo de assimilação do conhecimento, uma vez que o professor orienta e esclarece possíveis dúvidas enquanto os alunos estão construindo. Observa-se desse modo, que estão presentes alguns elementos da etapa de prática guiada do Ensino Explícito. Os autores Gauthier, Bissonnette e Richard (2014) colocam que o Ensino Explícito é fruto de vários estudos e observações das práticas de ensino em diversos contextos escolares. Então, não é algo novo, diversos professores já utilizam de alguns elementos existente no Ensino Explícito. Contudo, no Ensino Explícito todos esses elementos foram sistematizados e estruturados buscando potencializar o processo de ensino e aprendizagem. O docente encerrou a aula, com uma mensagem de motivação e agradeceu a cooperação dos alunos.

**Figura 9 – Atividade de esquematização da molécula do DNA e formação do RNAm**



Fonte: Acervo do autor (2020).

O plano de aula baseado no Ensino Explícito obedeceu a estrutura da fase de interação do modelo “PIC implementada com uma abordagem de ensino investigativa, conforme descrito na seção materiais e métodos e detalhado na cartilha (Apêndice E).

De uma forma objetiva, na abertura da aula, os alunos participaram de uma dinâmica caracterizada pela construção de objetos com bloquinhos de montar, a partir das informações contidas em um manual de instruções. A dinâmica visou explorar os conceitos comuns ou conhecimentos prévios dos alunos. Ela foi desenvolvida para compensar a desigualdade entre

o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber antes de poder aprender os conceitos específicos do conteúdo. O emprego desta metodologia lúdica foi bem satisfatório, e contribuiu para realização da cola cognitiva, ou seja, os termos trabalhados na dinâmica, serviu como base na aquisição e compreensão dos conceitos técnicos do tópico Fluxo da Informação Genética (figura 10).

Conforme citado por Moreira (2012, p. 2),

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

**Figura 10 – Ensino Explícito: Abertura da aula — dinâmica: construção de objetos com bloquinhos de montar**



Fonte: Acervo do autor (2020).

Na transição da abertura da aula para a etapa de modelagem, o docente deu início ao ensino por investigação, lançando uma situação-problema, que instigasse a curiosidade dos alunos, ao fazer analogias entre os conceitos comuns trabalhados na dinâmica, com o funcionamento das células. O docente exibiu imagens de diferentes tipos de células humanas e relatou que dentro da célula também possui um manual de instruções, capaz de armazenar informações necessárias a formação dos diferentes tipos celulares.

Os estudantes foram incentivados a refletir, e o professor buscou estimulá-los para que estes discutissem e tentassem explicar onde se localizava e o que seria esse manual de instruções dentro da célula. Nesse momento o professor procurou identificar que tipo de pensamento (intuitivo ou de senso comum) eles possuem sobre o assunto. A resolução da situação-problema

acompanhou todo o processo de investigação e permitiu a participação ativa dos alunos em todo processo de aprendizagem.

Foram apresentadas algumas plaquinhas com os conceitos trabalhados na dinâmica e alguns termos específicos do conteúdo, e solicitado que os estudantes tentassem associar esses termos gerando uma suposição provisória (hipótese), que seria posteriormente verificada. Alguns alunos foram ao quadro branco e relacionaram as plaquinhas baseado nos seus conhecimentos prévios (figura 11A). Ao relacionarem os conceitos, foi constatado que alguns dos conceitos não foram associados corretamente, no entanto, esses equívocos deveriam ser percebidos e corrigidos pelos próprios discentes ao longo das próximas etapas da aula, sem que o docente indicasse os erros.

Foi durante a modelagem, por meio de alguns experimentos virtuais simulados, que se delineou as etapas de ensino investigativas, uma vez que esta abordagem contribui para aproximar o discente de um pensamento científico, permitindo a construção progressiva de conceitos e possibilitando o desenvolvimento e automatização de esquemas suficientes para melhor descobrir e assimilar os fenômenos biológicos.

A simulação facilita a exploração de diversas situações que, na prática, não seriam analisadas por questões de custos, desperdícios ou riscos. Os simuladores são dinâmicos e interativos e trazem desafios ou orientações para os estudantes. É possível envolver os discentes com experimentos focados na investigação e desenvolver habilidades para o trabalho em grupo, como a colaboração e a criatividade. O docente passa a ser um orientador e mediador de conhecimentos (VIEIRA; MEIRELLES; RODRIGUES, 2011).

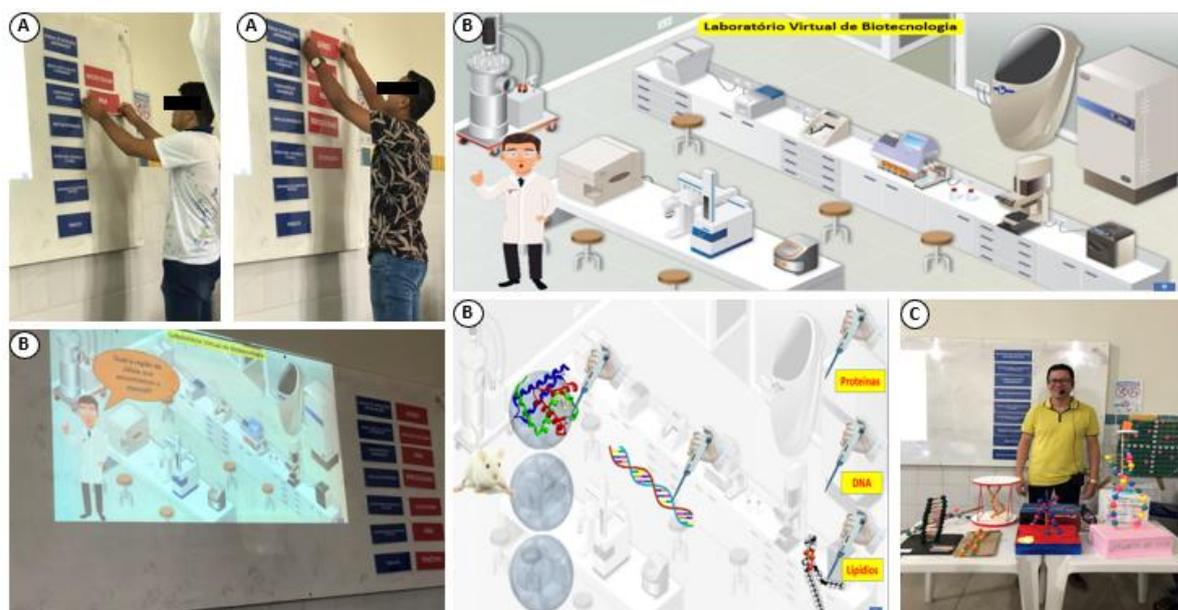
O emprego da atividade investigativa por meio de simulações virtuais, proporcionou um ambiente de discussão, reflexão e diálogo. Os alunos participaram fazendo observações, indagações, criando hipóteses, analisando resultados, ou seja, assumiram algumas atitudes do fazer científico, deixando de ser meros receptores das informações. Para isso, o docente exerceu o papel de mediador do processo, buscando realizar questionamentos e narrativas com pequenas pausas, garantindo a reflexão e o desenvolvimento do pensamento investigativo.

A estratégia selecionada para etapa da modelagem, foi muito proveitosa e atrativa para os estudantes. O objetivo da dinâmica foi alcançado, uma vez que os alunos conseguiram descrever o núcleo como a região da célula em que se localizam as informações genéticas, e o DNA sendo a molécula responsável pelo armazenamento dessas informações, que são

transferidas para o RNAm no processo do Fluxo da Informação Genética. Todo esse processo de ensino-aprendizagem ocorreu de forma ativa, interativa e colaborativa, fugindo dos modelos tradicionais de ensino (figura 11B).

Para reforçar os conceitos abordados na etapa da modelagem, os alunos foram orientados para confecção de maquetes — como atividade extraclasse — que representasse a molécula do DNA. A utilização de modelos didáticos como recursos pedagógicos, facilitam a compreensão de conteúdos abstratos, levando o educando a confrontar o que achava que estava entendendo, com o que o docente pretende demonstrar (figura 11C).

**Figura 11 – Aplicação do plano de aula baseado no Ensino Explícito com adaptação de abordagem investigativa**

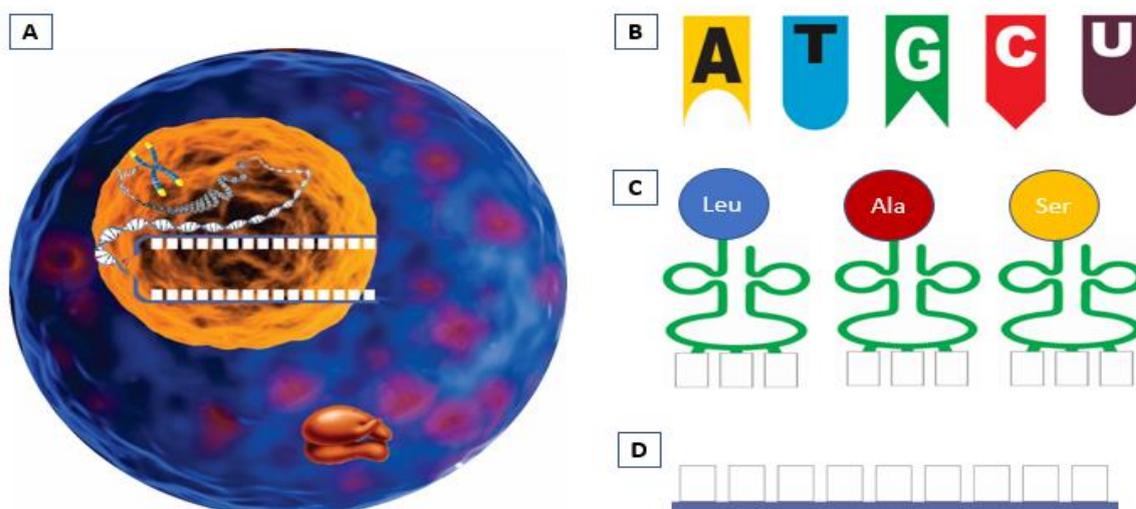


A) Transição da abertura da aula para a etapa de modelagem: associação dos conceitos comuns trabalhados na dinâmica com os conceitos específicos do conteúdo; B) Modelagem: simulações de experimentos virtuais através de abordagem investigativa; C) Modelos didáticos da estrutura do DNA produzidos pelos alunos.

Fonte: Acervo do autor (2020).

Na etapa da prática guiada, os alunos trabalharam os processos de replicação, transcrição e tradução gênica, considerados como o Dogma Central da Biologia Molecular. Sabemos que esses fenômenos biológicos são extremamente complexos e de difícil assimilação. Diante disso, empregou-se uma metodologia lúdica, que viabilizou o processo de aprendizagem dos conceitos derivados sobre o tema Fluxo da Informação Genética, de maneira mais efetiva e dinâmica. Para tal, foi desenvolvido um tapete didático interativo que pudesse servir de apoio e ilustrasse esses processos dentro da célula, a fim de esclarecer de maneira mais simples esse processo (figura 12).

**Figura 12 – Material didático utilizado na prática guiada**



A) Tapete didático interativo; B) Bases nitrogenadas (A = adenina; T = timina; G = guanina; C = citosina; U = uracila); C) RNA transportador (RNAt); D) RNA mensageiro (RNAm)

Fonte: Elaborado em colaboração do designer gráfico Bonifácio Alves S. Neto (2020).

Os educandos participaram ativamente, simulando o percurso que a informação genética realiza, do DNA para o RNA, e para a proteína. A utilização de uma metodologia alternativa, unindo os aspectos lúdicos aos cognitivos, auxiliou na construção do conhecimento, uma vez que os alunos manipularam e interagiram livremente com estruturas representativas dos processos biológicos, ao invés da simples observação das imagens do livro didático ou projetadas durante as aulas (figura 13A).

A simulação do Fluxo da Informação Genética por meio do tapete didático interativo, favoreceu o desenvolvimento cognitivo dos educandos. Os estudantes foram selecionados em grupo, para simular cada uma das etapas que envolvem a síntese proteica. A reprodução da atividade foi realizada e repetidas três vezes, tentando atender o máximo de alunos possíveis. Alguns alunos não quiseram participar, seja por timidez ou outro fator não apontado. A repetição da atividade permitiu reforçar o conteúdo. Gauthier, Bissonnette e Richard (2014, p. 80) declara que “oferecer múltiplas oportunidades para os alunos praticarem é um elemento-chave de um ensino eficaz”.

Na etapa da prática autônoma, os alunos praticaram o que aprenderam através da aplicação de um questionário de avaliação da aprendizagem (figura 13B). Nesse questionário o docente explorou os conteúdos trabalhados na aula, com questões objetivas e subjetiva. Os resultados permitiram perceber o nível de compreensão dos educandos relacionados ao tópico Fluxo da Informação Genética. A prática autônoma caracterizou a última etapa do Ensino

Explícito propriamente dito.

**Figura 13 –Prática Guiada: Simulação do Fluxo da Informação Genética**



A) Prática Guiada: Simulação do Fluxo da Informação Genética através de tapete didático interativo; B) Aplicação do questionário de avaliação da aprendizagem.

Fonte: Acervo do autor (2020).

Para o encerramento da aula, foi realizada uma revisão geral dos principais conceitos estudados, e correção do questionário de avaliação da aprendizagem. Foi possível através da correção esclarecer algumas dúvidas. Em seguida, os alunos responderam o questionário para opinar sobre a condução do plano de aula. O docente encerrou agradecendo o envolvimento e participação de todos os educandos.

Acredita-se que além da apropriação de um conteúdo através de uma nova estratégia que pode provocar até mesmo mais interesse pelos estudos, a pesquisa possibilitará uma reflexão sobre a necessidade de aperfeiçoamento das práticas educativas no Ensino de Biologia, contribuindo para que os pesquisadores cheguem a conclusão, se abordagens pedagógicas para aulas de Biologia baseadas no Ensino Explícito com integração de atividades investigativas possibilitam uma maior aprendizagem do assuntos estudados. Com a participação dos sujeitos neste estudo espera-se a abertura de espaços de discussão sobre estratégias exitosas, dessa forma, contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

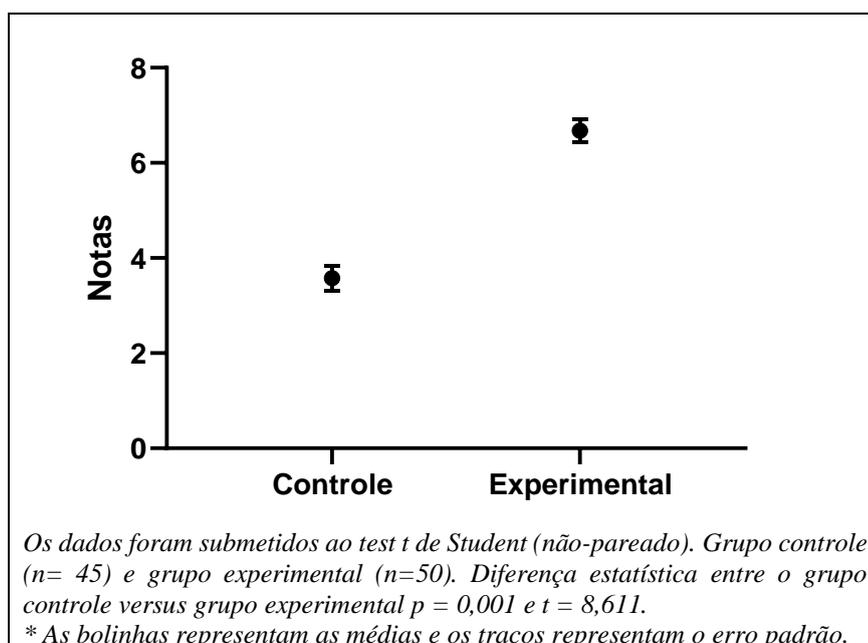
### **5.3 Resultados do questionário de avaliação da aprendizagem dos grupos controle e experimental**

O objetivo da aplicação do questionário foi verificar o nível de compreensão dos

estudantes sobre o tópic Fluxo da Informação Genética e comparar os resultados entre os grupos controle e experimental.

Os resultados apresentados na figura 14 mostram que a turma experimental, cuja abordagem de aula aconteceu por meio de Ensino Explícito associado a sequência de atividade investigativa, obteve um aproveitamento significativamente maior na compreensão do tópico Fluxo da Informação Genética do que na turma controle, que recebeu abordagem de ensino convencional. A média da turma controle para todos os itens do questionário foi 3,578 e na turma experimental foi 6,680. Essa diferença observada pode estar relacionada a estruturação das aulas baseadas nas abordagens que o presente trabalho buscou investigar.

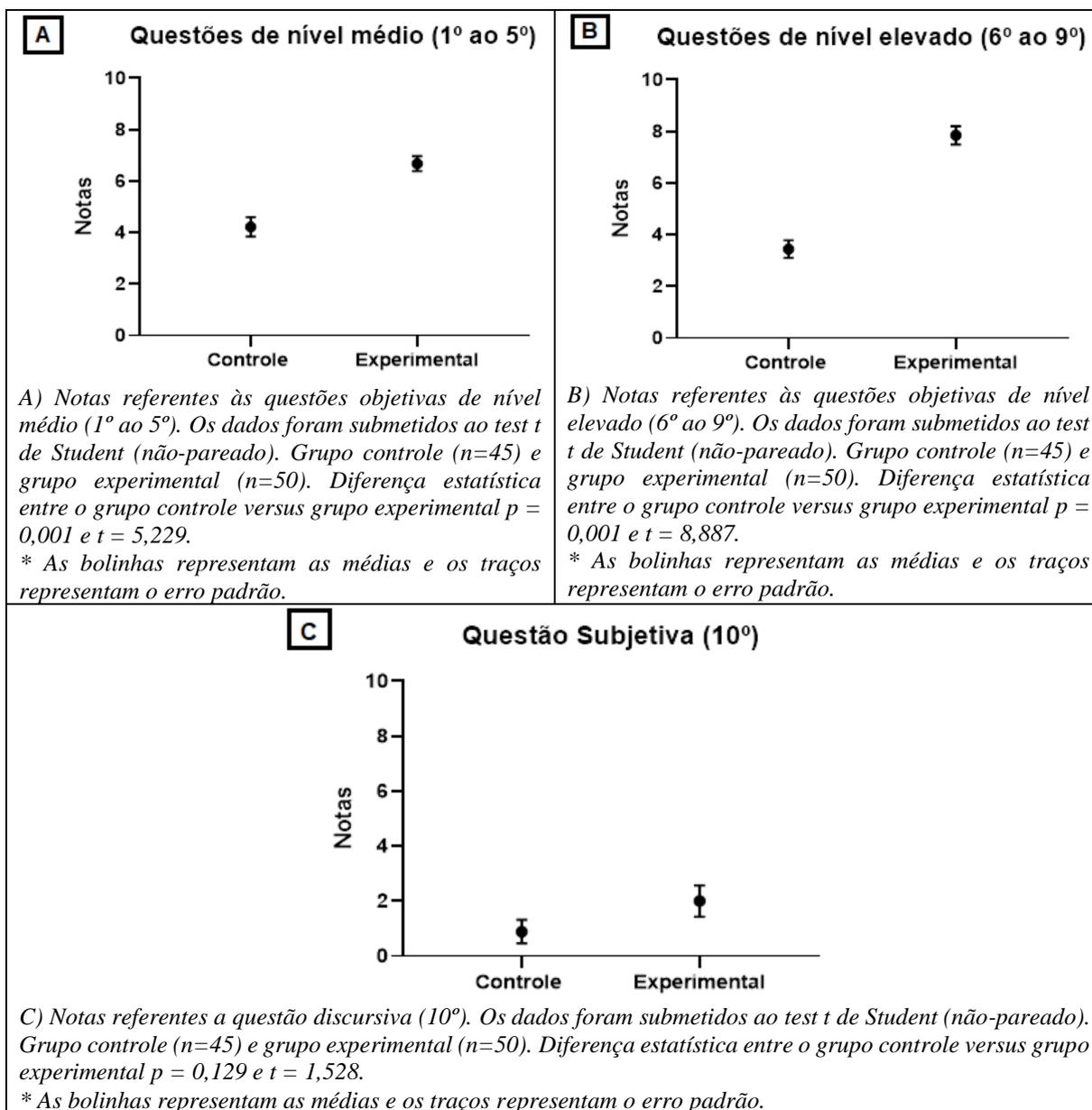
**Figura 14 – Resultados das notas do questionário de avaliação da aprendizagem dos grupos analisados**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Procurou-se também analisar o resultado do questionário de avaliação da aprendizagem por categorização, utilizando como critério o nível de dificuldade apresentada pelas questões. As questões foram divididas em três grupos: i. questões objetivas de nível médio (do 1º ao 5º), tratando de informações relacionadas à estrutura e composição química dos ácidos nucleicos (DNA e RNA); ii. questões objetivas de nível elevado (do 6º ano 9º), compreende os conhecimentos relativos à síntese proteica; iii. questão discursiva (10º), visando interpretação de um experimento envolvendo transgênese. As figuras 15A, 15B e 15C, apresentam os resultados do questionário de avaliação da aprendizagem por categorização.

**Figura 15 – Resultados das notas do questionário de avaliação da aprendizagem por categorização**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os resultados nas figuras 15A, 15B e 15C demonstram que em todas as categorias analisadas, a turma experimental teve uma média de acertos significativamente maior do que a turma controle. Todavia, convém ressaltar que a questão discursiva apresentou uma média considerada baixa nos dois grupos amostrais. Muitos dos participantes não responderam essa questão, o que leva a presumir que eles tiveram dificuldade na interpretação do experimento, ou não sabiam organizar as ideias para respondê-la, já que questões discursivas acabam sendo um desafio para os discentes, uma vez que exige maior reflexão, ou ainda o tempo estabelecido

para a resolução de todo questionário não foi suficiente para que pudessem concluir e responder todas às questões.

O quadro 8 apresenta algumas respostas dada pelos estudantes para a questão discursiva, ao qual exigia interpretação de um experimento simulado sobre transgênese. Apesar de poucos terem respondido, os dados coletados levam a considerar que esses alunos compreenderam que as alterações ocorridas se devem as informações genéticas contidas no DNA e localizadas no núcleo da célula.

**Quadro 8 – Respostas da questão discursiva do questionário de avaliação da aprendizagem expressos por alguns estudantes do grupo controle e experimental**

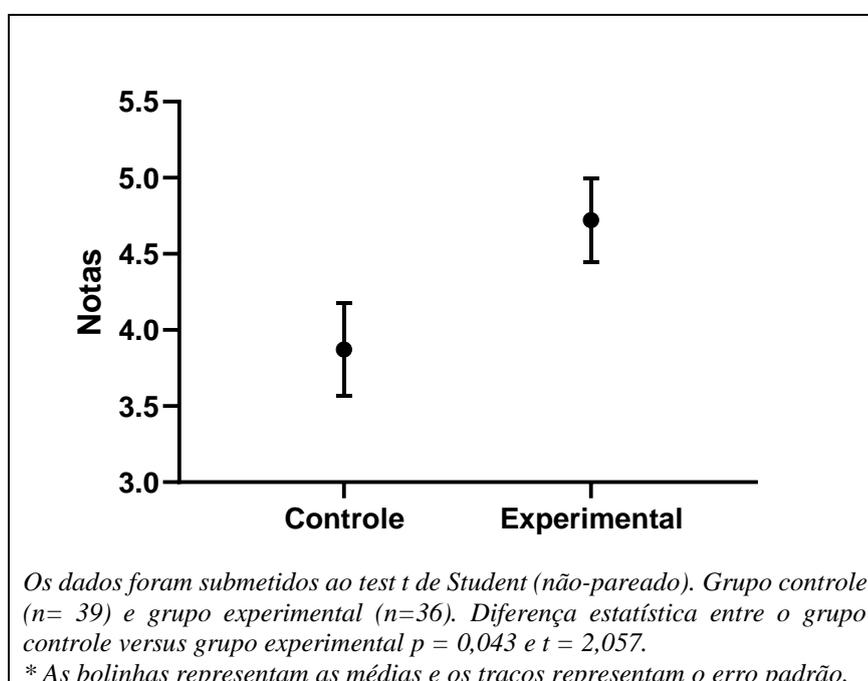
Grupo da Pesquisa	Respostas dos Discentes
<p><b>Grupo controle (Ensino Convencional)</b></p>	<p><b>Aluno 1:</b> “A diferença foi por conta do núcleo, já que no 1º caso foi tirado parte de organelas e no 2º foi o núcleo retirado, por isso deu certo no caso 2”.</p>
	<p><b>Aluno 2:</b> “A diferença é que ao ser regada não apresentou alterações. Mas quando o núcleo da célula vegetal foi substituído pelo núcleo da célula do vaga-lume, a planta começou a emitir luz”.</p>
	<p><b>Aluno 3:</b> “No 1º experimento foi retirado do vaga-lume parte do citosol. No 2º experimento, o que fez a planta emitir luz, foi a substituição da célula vegetal, pelo núcleo do vaga-lume”.</p>
<p><b>Grupo experimental (Ensino Explícito)</b></p>	<p><b>Aluno 1:</b> “No resultado 1 a troca foi citosol, não sendo ele o armazenador de informações. No resultado 2 a troca foi do núcleo, onde contém a informação, que é o DNA”.</p>
	<p><b>Aluno 2:</b> “Pois no experimento 1, foram retirados do citosol, onde não contém as informações e características necessárias para mudar as características do vegetal. No experimento 2 foi retirado o núcleo, e obteve resultado pois é no núcleo que possui todas as características e informações necessárias”.</p>
	<p><b>Aluno 3:</b> “No núcleo está toda informação genética. Por isso que ao ser regada com a solução de luciferina, a planta 2 ficou emitindo luz”.</p>
	<p><b>Aluno 4:</b> “No experimento 01 só foi retirado parte da célula que não contém informações. Já o experimento 02 foi retirado o núcleo onde fica as informações, consequentemente o experimento 01 não vai sofrer alterações, e o experimento 02 vai haver alterações porque o núcleo mudou a informação genética da célula”.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Para avaliar se as diferenças de desempenho escolar estariam associadas ao professor, ao tema ou a escola (ao invés da abordagem), realizamos em paralelo, uma comparação entre as abordagens de Ensino Explícito e Convencional com professores, tema e escola diferente. A

pesquisa foi desenvolvida com o tema “Organelas Citoplasmáticas”, na Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes e a abordagem de Ensino Explícito foi ministrada pelo docente George Bergson Carvalho Cirino, enquanto a abordagem do ensino convencional foi aplicada pelo docente Álisson Luiz dos Santos. Nota-se que o professor aplicador para cada abordagem ocorreu de forma inversa em relação a aplicação na Escola Estadual Aristheu de Andrade. A figura 16 apresenta os dados obtidos e que estão detalhados na dissertação do professor George Bergson de Carvalho Cirino.

**Figura 16 – Resultados do questionário de avaliação da aprendizagem sobre o tema Organelas Citoplasmática, dos grupos controle e experimental na Escola Estadual Professor Edmilson de Vasconcelos Pontes, Maceió/AL**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Observamos que a média da turma controle para todos os itens do questionário foi 3,872, enquanto os alunos da turma experimental obtiveram uma média 4,722 ( $P < 0,05$ ). Os resultados do estudo nas duas escolas, reforçam a ideia de que a utilização do Ensino Explícito para aulas de Biologia no Ensino Médio potencializa o desempenho escolar dos estudantes para tópicos da disciplina considerados complexos e de difícil assimilação.

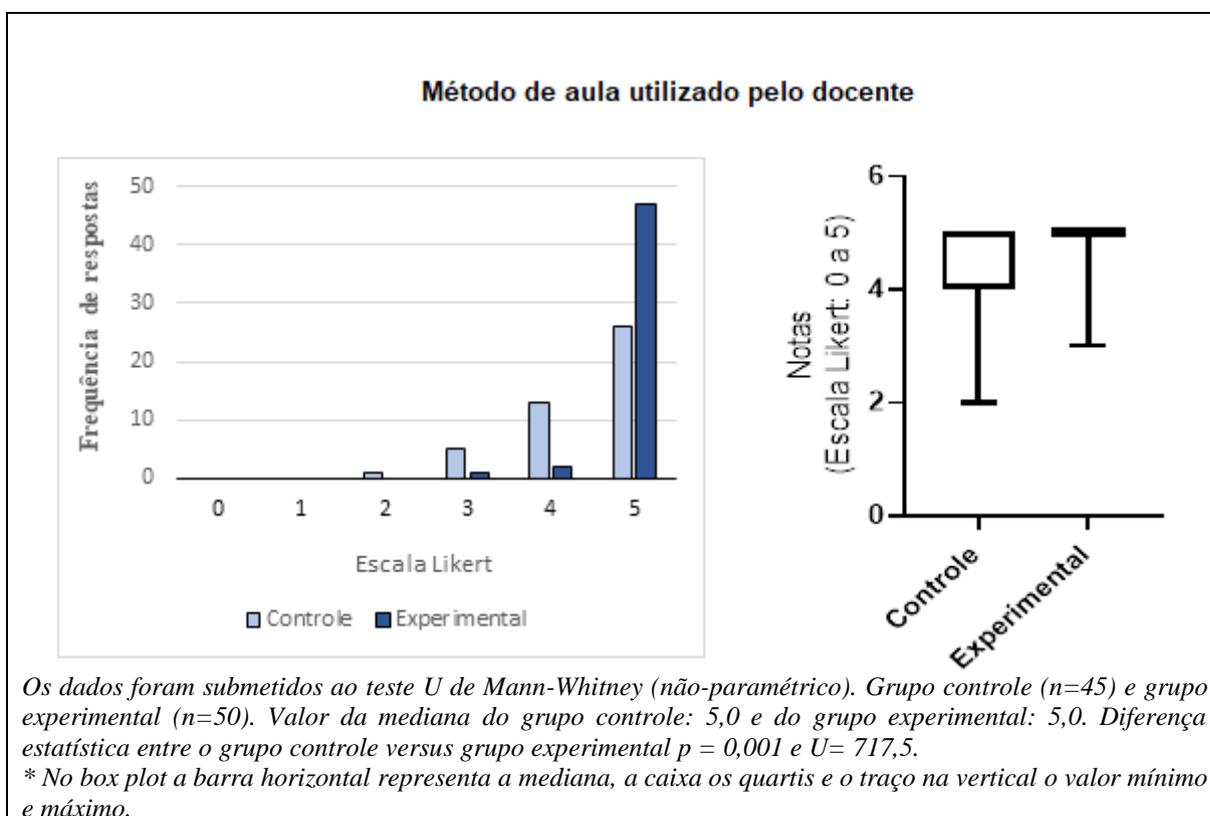
Por outro lado, insta considerar as limitações no delineamento experimental desenvolvido nesse projeto. O número de participantes é muito pequeno para conclusões mais robustas a respeito da eficácia do Ensino Explícito implementado com abordagem de ensino investigativa no processo de ensino-aprendizagem em Biologia. Os dados coletados se limitam

a função de apresentar um roteiro metodológico para aulas sobre Fluxo da Informação Genética no Ensino Médio. Espera-se assim, que novas pesquisas sejam realizadas de modo mais detalhado sobre o Ensino Explícito em outros contextos escolares.

#### 5.4 Resultados do questionário de avaliação da aplicação dos planos de aulas dos grupos controle e experimental

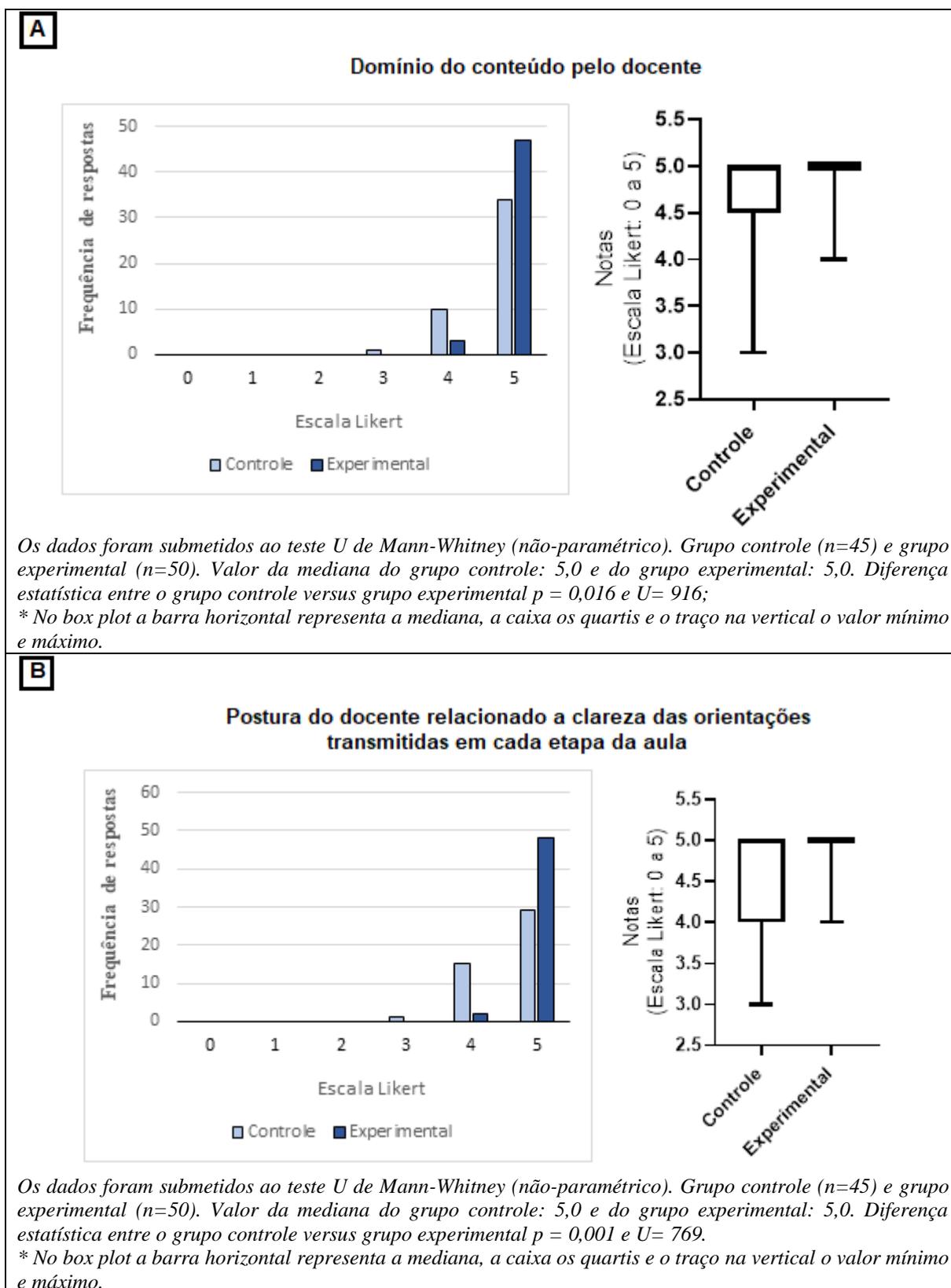
O questionário de avaliação da aplicação das aulas teve o intuito de verificar a percepção do aluno em relação a alguns aspectos que envolvem o processo de ensino-aprendizagem. Alguns itens colocados no questionário buscaram apreciar fatores relacionados a prática docente, tais como: o método de ensino, o domínio do conteúdo, postura e clareza em transmitir às orientações. Sabe-se que esses fatores são determinantes no processo de ensino, e reflete na aprendizagem dos discentes. As figuras 17, 18A e 18B, expressam os resultados desses fatores avaliados pelos estudantes dos grupos controle e experimental.

**Figura 17 – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao método de aula utilizado pelo docente**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

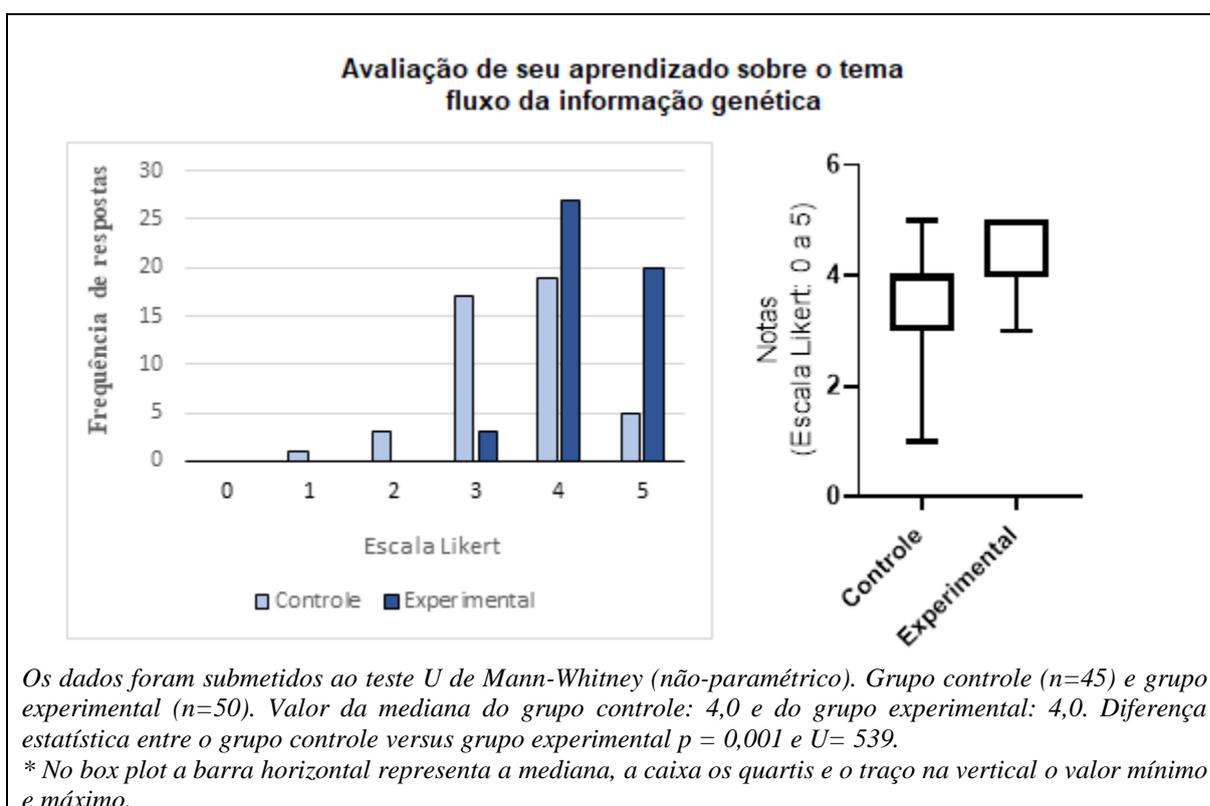
**Figura 18 – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao domínio do conteúdo pelo docente e a postura do docente relacionado a clareza das orientações em cada etapa da aula**



Os resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas (figuras 17, 18A e 18B) permitem constatar que os docentes tanto na abordagem de ensino convencional (grupo controle) como na abordagem do Ensino Explícito (grupo experimental) foram bem avaliados pelos estudantes nos itens método de ensino, domínio do conteúdo e clareza das orientações. Nos três itens avaliados o valor da mediana foram equivalentes. Contudo, os dados revelam estatisticamente e por meio da frequência de distribuição das notas, que o Ensino Explícito teve uma avaliação mais significativa em relação ao ensino convencional.

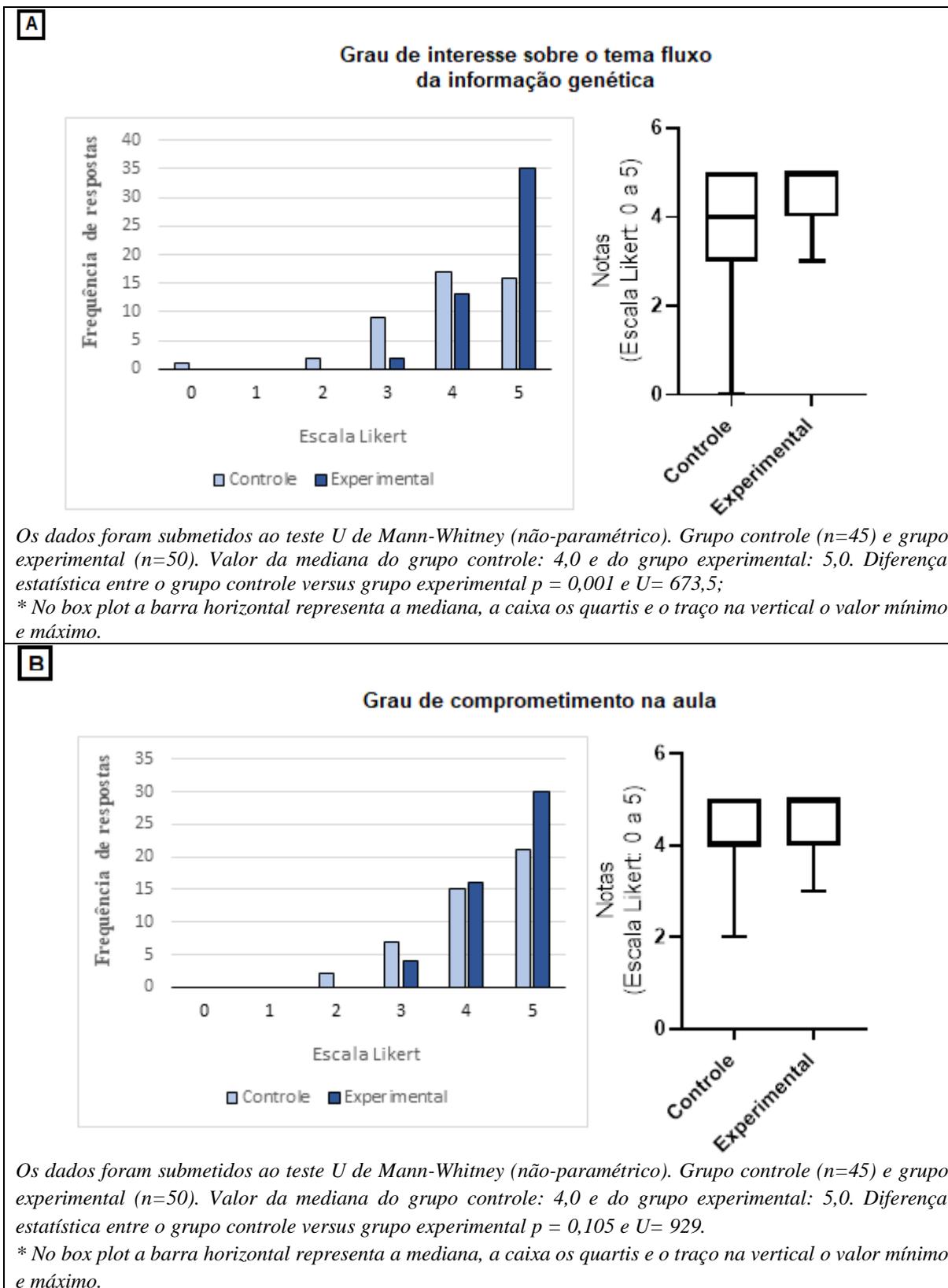
Buscou-se também por meio do questionário de avaliação da aplicação das aulas, coletar informações referentes a percepção dos alunos em relação ao seu aprendizado, grau de interesse sobre o assunto e comprometimento durante as aulas. As figuras 19, 20A e 20B, mostram os resultados desses itens que foram expressos pelos estudantes.

**Figura 19 – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes a avaliação do aluno em relação ao seu aprendizado**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

**Figura 20 – Resultados do questionário de avaliação da aplicação das aulas dos grupos analisados referentes ao grau de interesse do aluno sobre o conteúdo estudado e ao grau de comprometimento do aluno na aula**



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ao analisar o resultado do questionário de avaliação da aula referente ao item aprendido (figura 19), verifica-se que na visão dos estudantes o aprendizado foi satisfatório nos dois grupos amostrais. O grupo controle e o grupo experimental obtiveram o valor da mediana de 4,0. Porém, os grupos apresentaram diferenças na distribuição de frequência das notas. A análise estatística revelou uma diferença significativa, onde o valor de  $p = 0,001$  e o valor de  $U = 539$ , sendo coerente com os resultados obtidos por meio do questionário de avaliação da aprendizagem (figura 14), onde o grupo experimental apresentou uma média de acertos muito mais significativa do que o grupo controle.

Em relação ao grau de interesse dos discentes sobre o tópico Fluxo da Informação Genética, aqueles que tiveram abordagem por meio do Ensino Explícito apontaram um maior nível de interesse sobre o tema, considerado dentro da Biologia Celular e Molecular um tema complexo e de difícil assimilação. O valor da mediana no grupo controle foi 4,0 e a mediana do grupo experimental 5,0. Esse maior interesse pode ter sido o reflexo da sistematização e sequenciamento das etapas das aulas, no modelo do Ensino Explícito, além da seleção das ferramentas estruturantes que ajudaram explorar os conceitos primários e derivados do assunto, trazendo aspectos mais interativos e dinâmicos.

No grupo experimental também foi percebido maior comprometimento dos alunos durante às aulas. A mediana do grupo controle foi 4,0 e a média do grupo experimental foi 5,0. Observa-se no grupo controle, que a frequência de distribuição das notas no item comprometimento na aula, foi superior à frequência de distribuição das notas dos itens aprendido e interesse sobre o tema. O que leva a considerar que no grupo controle, mesmo apresentando um nível de comprometimento satisfatório, não foi suficiente para aumentar o nível de aprendizado e interesse pelo tema abordado. Sendo que, o docente também foi bem avaliado em relação ao método de ensino, domínio de conteúdo e clareza na transmissão das orientações. O que leva a considerar por meio dos dados levantados, que a abordagem de aula adotada nos grupos amostrais — Ensino Convencional ou Ensino Explícito — para o tema Fluxo da Informação Genética, tenha sido o fator principal que justifique às desigualdades apuradas no aprendizado dos discentes por meio do questionário de avaliação da aprendizagem.

Ainda no questionário de avaliação das aulas, foram colocadas duas questões discursivas para que os participantes apontassem pontos positivos e negativos relacionados à aplicação das aulas nas duas abordagens. Foi realizada uma análise de conteúdo e os resultados foram classificados por características e pontos em comum (tabela 3).

**Tabela 3 – Resultado das questões discursivas do questionário de avaliação da aplicação das aulas nos grupos controle e experimental**

Avaliação das aulas pelos discentes	Escola Estadual Aristheu de Andrade	
	Grupo Controle (n=45)	Grupo Experimental (n=50)
	Didática do professor 33%	Características dos docentes (explicação, didática, divertido) 38%
	Domínio do conteúdo 33%	Aulas com dinâmicas 32%
	Características do docente (postura, paciente, legal) 22%	Metodologia 32%
<b>Pontos Positivos</b>	Não responderam 13%	Aulas Ótima/Boa 24%
	Metodologia da aula 4%	Aprendizado 18%
	-	Não responderam 12%
	-	Domínio do conteúdo 8%
	Não teve pontos negativos 49%	Não teve pontos negativos 44%
<b>Pontos Negativos</b>	Não responderam 29%	Não responderam 28%
	Dificuldade de aprendizagem 13%	Pouco tempo das aulas 8%
	Falta de dinâmicas/jogos 4%	Conteúdo complexo 6%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Verifica-se que os pontos positivos levantados no grupo controle estão mais relacionados ao perfil e características do docente, que envolvem desde sua didática, domínio de conteúdo, paciência, dentre outros. No grupo experimental, percebe-se que os pontos positivos se referem também ao docente, mas se destaca também os métodos utilizados e a utilização de dinâmicas, o que favorece o processo de ensino-aprendizagem, tornando a aula

mais interessante e prazerosa. Ressalta-se que além de um bom docente, deve-se aliar com a utilização de recursos e práticas pedagógicas adequadas para que o aprendizado seja efetivo.

Analisando os pontos negativos indicados pelos participantes, percebe-se que 49% dos alunos no grupo controle e 44% do grupo experimental mencionaram que não houve pontos negativos. O que leva a considerar, que na percepção dos alunos, as duas aplicações foram aceitáveis. Outra parcela dos estudantes, cerca de 29% e 28% dos grupos controle e experimental, respectivamente, deixaram a questão em aberto e não responderam. Levando em consideração que os estudantes tinham total liberdade de exprimirem suas opiniões de forma anônima, os professores aplicadores acreditam que essa parcela de alunos que não responderam, talvez não conseguiram perceber pontos negativos, corroborando com a ideia de contentamento em relação às aulas. Porém, no grupo controle, 13% mencionaram dificuldades de aprendizado e 4% relatou falta de dinâmicas e jogos. Já no grupo experimental, 8% mencionaram o pouco tempo das aulas e 6% citou conteúdo complexo. Considerando todas as etapas do Ensino Explícito e as ferramentas estruturantes utilizadas nas aulas, é possível constatar que o tempo de 4h/a para toda aplicação foi realmente curto, mas que não prejudicou o andamento da pesquisa. Em se tratando de complexidade do conteúdo, reiteramos às dificuldades dos docentes em trabalhar com a área Biologia Celular e Molecular, onde requer alto nível de abstração e utilização de métodos que facilitem a compreensão do assunto.

Os quadros 9 e 10 apresentam respectivamente, alguns dados coletados referentes aos pontos positivos e negativos do questionário de avaliação do plano de aula.

**Quadro 9 – Resultados expressos por alguns estudantes relativos aos pontos positivos sobre a abordagem de ensino convencional e Ensino Explícito**

(continua)

Grupo da Pesquisa	Pontos Positivos sobre a Aplicação das Aulas
Grupo controle (Ensino Convencional)	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b>  <i>A clareza nas explicações  e a calma do professor</i></p>
	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b>  <i>A postura e comprometimento do orientador; o domínio sobre o tema abordado e dedicação.</i></p>
	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b>  <i>Gestão muito boa da aula, o professor legal, explica bem, muito paciente, Aula ótima.</i></p>

(Conclusão)

<b>Grupo experimental (Ensino Explícito)</b>	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b></p> <p>O PROFESSOR TROUXE VÁRIAS FORMAS PRÁTICAS DE EXPLICAR O ASSUNTO, O QUE AJUDOU BASTANTE NA COMPREENSÃO. AS EXPLICAÇÕES MUITO BEM DADAS E AS DÚVIDAS FORAM TIRADAS.</p>
	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b></p> <p><i>Aula bem interativa / Unidades que facilitam o aprendizado / Dinâmica.</i></p>
	<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b></p> <p><i>Aula dinâmica. O professor passou muito bem os assuntos estudados interação dos alunos</i></p>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

**Quadro 10 – Resultados expressos por alguns estudantes relativos aos pontos negativos sobre a abordagem de ensino convencional e Ensino Explícito**

(Continua)

Grupo da Pesquisa	Pontos Negativos sobre a Aplicação das Aulas
<b>Grupo controle (Ensino Convencional)</b>	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p><i>O professor deveria apresentar dinâmica ou jogos, e ele deveria também apresentar vídeos ou fotos que buscassem chamar mais a atenção dos alunos.</i></p>
	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p><i>A falta de aula prática como experimentos etc...</i></p>
	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p><i>A falta de dinâmicas. etc como experimentos etc...</i></p>

(Conclusão)

<b>Grupo experimental (Ensino Explícito)</b>	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p>O único ponto negativo é o pouco tempo dos <del>os</del> aulas.</p>
	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p>NO MEU PONTO DE VISTA NÃO VI PONTO NEGATIVO. SÓ PODERÍAMOS TER TIDO MAIS TEMPO PARA ESTUDAR. A AULA ESTAVA ÓTIMA.</p>
	<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p> <p>Que o assunto é um pouco complicado e um pouco chato.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O resultado da investigação da presente pesquisa por meio de análise quantitativa e qualitativa reforça a ideia de que um ensino sistemático e estruturado, também denominado Ensino Explícito, implementado por atividades investigativas tem o potencial de favorecer um maior aprendizado dos discentes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo desenvolvemos uma sequência de aula sobre Fluxo da Informação Genética para aulas de Biologia no Ensino Médio, empregando o Ensino Explícito adaptado de Abordagem Investigativa. Observamos que a abordagem de ensino proposta correlacionou-se com um maior desempenho dos estudantes nas avaliações objetivas e com um maior interesse na aula, conforme avaliações subjetivas. A abordagem adotada também minimizou as dificuldades de compreensão dos fenômenos biológicos abordados, bem como valorizou a participação ativa, a reflexão crítica, interação, a fim de promover nos estudantes a sua alfabetização científica (AC).

Portanto, o Ensino Explícito implementado com atividades investigativas demonstrou ser válido e eficaz para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Biologia, corroborando com os estudos dos pesquisadores Gauthier, Bissonnette e Richard (2014), que apontam o Ensino Explícito como sendo capaz de garantir um aproveitamento significativo no desempenho escolar dos alunos. Podendo ainda ser empregada em outras disciplinas, e em todos os níveis de ensino.

Contudo, não podemos afirmar, apenas por essa análise, que o Ensino Explícito seja mais eficaz que outros métodos, considerando-se que o processo de ensino-aprendizagem é bastante complexo, envolvendo inúmeras variáveis, e demanda um estudo mais aprofundado para se estabelecer. Espera-se, assim, que os resultados desse trabalho possam contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas, e sejam realizadas de modo mais profundo em outros contextos escolares sobre as abordagens do Ensino Explícito associado ao Ensino Investigativo.

A intenção do estudo, é apresentar novos procedimentos metodológicos que venham contribuir para a atuação do docente de maneira mais eficaz e aperfeiçoar novas práticas educativas no Ensino de Biologia. Portanto, o propósito não é depreciar ou subestimar qualquer outro tipo de abordagem ou metodologia de ensino, pelo contrário, busca-se com a pesquisa apresentar estratégias didáticas, que somem e agreguem valor aos modelos que norteiam o fazer pedagógico contemporâneo. Fomentando novas oportunidades de discussão sobre estratégias exitosas no ensino, visando contribuir para uma maior aprendizagem.

Esse estudo procurou apresentar um modelo de ensino-aprendizagem com integração dos fundamentos do Ensino Explícito com a organização das atividades investigativas, se

tratando de algo extremamente novo na área educacional. Isto é apenas um início para um debate e reflexão, vindo romper com fronteiras epistemológicas e incitar inquietações que busquem engrandecer a ciência.

Dessa pesquisa, resultou uma cartilha didática (produto) com os fundamentos do Ensino Explícito adaptado para aula de Biologia, roteiro e planos de aulas, que podem ser utilizadas como material de apoio, sendo disponibilizado para que outros professores e/ou pesquisadores tenham acesso, podendo enriquecer o seu trabalho e contribuir satisfatoriamente no aperfeiçoamento e apropriação de novas estratégias que contribuam para os processos de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S.M. **Educação Convencional/Presencial e Educação Mediada pelas TICs/Educação a Distância**. Revista Gestão Universitária. ISSN: 1984-3097, 2007. Disponível em: <http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/educacao-convencional-presencial-e-educacao-mediada-pelas-tics-educacao-a-distancia>. Acessado em: 27 de junho de 2020.
- AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston. 1968.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AZEVEDO, H. S.; GITAÍ, D. L. G.; LANDELL, M. F. **Ensino Explícito de Biologia: uma estratégia para o Ensino Médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional Profbio) - Universidade Federal de Alagoas.
- AZEVEDO, L. B.; FIREMAN, E. C. **Sequência de Ensino Investigativa: problematizando aulas de Ciências nos Anos Iniciais com conteúdo de Eletricidade**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 8, n. 2, p.143-161, 5 jul. 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.
- BEHRENS, M. A. **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente**. MORAN, J. M.; MASETTO, M. T. In: Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica- 6ª Ed. Campinas-São Paulo: Papyrus, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 16 fev. 2020.
- BUSSAB; W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In Carvalho, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Sequências de Ensino Investigativas (SEIs): o que os alunos aprendem?** In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. (orgs.). Educação em ciências: epistemologias, princípios e ações educativas. Curitiba: CRV, 2012. p. 148-174.
- CHAER, G.; DINIZ, R.; RIBEIRO, E. A. **A técnica do questionário na pesquisa educacional**. Revista Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia\\_artigos/pesquisa\\_social.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf). Acessado em: 03 de abril de 2020.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: editora Unijuí, 2000.
- COBERN, W. W. **Worldview theory and conceptual change in science education**. Science Education, v. 80, n. 5, p. 579-610. 1996.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DOANE, D. P.; SEWARD, L. E. **Estatística Aplicada à Administração e à Economia**. Trad. Solange Andreoni e Helena de Castro. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

FONTES, G. O., CHAPANI, D. T. e SOUZA, A. L. B. **Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos de ensino médio**. Experiências em Ensino de Ciências. V. 8. Nº 1. 2013.

FREIRE, A. **Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação**. In: Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo-Branco. 2009.

FREITAS, M. E. M. et al. **Desenvolvimento e aplicação de kits educativos tridimensionais de célula animal e vegetal**. Ciências Em Foco, São Paulo, v. 01, n. 02, p. 01-11, 2009. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9172/4612> Acesso em: 26 jun. 2020.

GATTI, B. A. **A Construção da Pesquisa em Educação no Brasil**. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.

GAUTHIER, C.; BISSONETE, S.; RICHARD, M. **Ensino Explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados**. Petrópolis, RJ. 2014.

GAUTHIER, C. **Fator professor, ensino explícito e formação dos professores**. Didática e Prática de Ensino: diálogos sobre a Escola, a Formação de Professores e a Sociedade. XVII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. EdUECE, Livro 4. Fortaleza, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HATTIE, J. A. **Visible Learning for Teachers – Maximizing Impact on Learning**. Nova York: Routledge. 2012.

HURD, P. D. **Scientific Literacy: new minds for a changing world**. Science Education, v. 82, n. 3, 407-416, 1998.

IPATINGA. **Tendências atuais para o ensino de ciências**. Programa de formação continuada. Prefeitura Municipal de Ipatinga. Secretaria Municipal de Educação. Centro de formação pedagógica – CENFOP, 2011.

JUSTINA L. A. D.; FERLA, M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética -exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arquivos do Mudi. 10:35-40, 2006.

KONDLATSCH, C. F.; PINHO, K. E. P. **A prática docente no ensino de biologia por meio de diferentes estratégias em distintos ambientes de aprendizagem – uma proposta: possibilidades e limites**. Secretaria do Estado do Paraná. Paraná, 2008. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/399-4.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo: E. P. U, 1987.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química**. Juí: Ed. Unijuí, 2003.

MARTEIS, L. S.; MAKOWSKI, L. S.; SANTOS, R. L. C. **Abordagem sobre Dengue na educação básica em Sergipe: análise de cartilhas educativas**. Scientia Plena, Aracajú, v. 7, n. 6, 2011. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/191>. Acesso em: 17 abr. 2020.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012.

MOUL, R. A. T. M. **A (re) construção articulada de conceitos em biologia sob uma abordagem sistêmico-complexa: impressões e expressões de licenciandos em biologia**. 2018. 112p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Em Ensino De Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

RIVKIN, S. G.; HANUSHEK, E. A.; KAIN, J. F. **Teachers, Schools, And Academic Achievement**. Econometrica, Vol. 73, No. 2 (March, 2005), 417–458.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin**. Ciência e Educação, v. 17, p. 97-114, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências – V16 (1), pp. 59-77, 2011.

SASSERON, L.H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed.São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2013.

SOARES, M. R. Z.; SOUZA, S.R.; MARINHO, M. L. **Envolvimento dos pais: incentivo à habilidade de estudo em crianças**. Estudos de Psicologia (Campinas), 21, 3, 253-260. 2004.

TABILE, A. F.; JACOMETO, M. C. D. **Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso**. Rev. Psicopedagogia 34(103): 75-86. 2017.

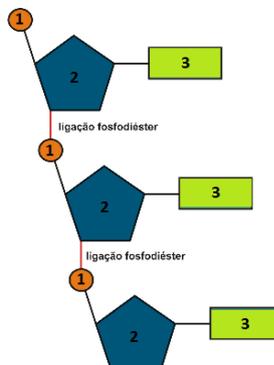
VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. **O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. Atas... Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2020.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. **A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio.** Ciência & Educação, Bauru, v. 12, n. 3, p.275-289, 2006.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas - 2009.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>. Acessado em: 21 de fev. de 2020.

## APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

1º (Adaptado de PUC-PR) Sabemos que existem dois tipos de ácidos nucleicos: o DNA e o RNA. Tanto o DNA como o RNA são formados por monômeros denominados nucleotídeos. No esquema abaixo, observa-se a estrutura de um nucleotídeo. Os números 1, 2 e 3 representam os seguintes componentes:



- a) 1- Base nitrogenada; 2- desoxirribose; 3- fosfato.      d) 1- Fosfato; 2- base nitrogenada; 3- desoxirribose;  
 b) 1- Base nitrogenada; 2- fosfato; 3- desoxirribose.      e) 1- Desoxirribose; 2- fosfato; 3- base nitrogenada.  
 c) 1- Fosfato; 2- desoxirribose; 3- base nitrogenada.

2º (UFSM-RS) Numere a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

1ª Coluna	2ª Coluna
1 – DNA	<input type="checkbox"/> Dupla hélice
	<input type="checkbox"/> Ribose
	<input type="checkbox"/> Fita única ou simples
2 – RNA	<input type="checkbox"/> Desoxirribose
	<input type="checkbox"/> Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, timina.
	<input type="checkbox"/> Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, uracila.

A sequência correta é:

- a) 1 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1      c) 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2      e) 1 – 1 – 2 – 2 – 2 – 1  
 b) 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 2      d) 2 – 1 – 2 – 1 – 1 – 2

3º Analisando-se o DNA de certas células, detectou que 20% de suas bases nitrogenadas eram constituídas por guanina (G) e 80% constituída de outras bases. Relacionando esse valor com o emparelhamento específico das bases, os valores encontrados para as outras bases nitrogenadas foram:

- a) C = 30%; T = 30%; A = 30%      c) C = 30%; T = 20%; A = 30%      e) C = 20%; T = 30%; A = 30%  
 b) C = 10%; T = 10%; A = 40%      d) C = 40%; T = 10%; A = 10%

4º (Adaptado de UECE-2001) O Dogma Central da Biologia Molecular explica como o fluxo de informações do código genético ocorre nos organismos vivos. A base molecular da vida pode ser contemplada, em seus aspectos primários, no esquema abaixo:



Os números 1, 2 e 3 referem-se às substâncias químicas envolvidas, enquanto os números 4, 5 e 6 indicam setas que representam o processamento destas substâncias. Para dar sentido ao esquema, a sequência que apresenta, respectivamente, os números adequados aos termos é:

- a) 1- DNA; 2- RNA; 3- proteína; 4- transcrição; 5- tradução; 6- replicação.  
 b) 1- proteína; 2- RNA; 3- DNA; 4- replicação; 5- transcrição; 6- tradução.  
 c) 1- replicação; 2- DNA; 3- tradução; 4- RNA; 5- transcrição; 6- proteínas.  
 d) 1- DNA; 2- RNA; 3- proteína; 4- replicação; 5- transcrição; 6- tradução.  
 e) 1- RNA; 2- DNA; 3- proteína; 4- tradução; 5- replicação; 6- transcrição.



8º Dada a sequência de RNAm a seguir: 5' ACG AAA GAU 3'. Usando o diagrama de códons fornecido, qual é a sequência de aminoácidos que é produzida quando este gene é traduzido?

- Thr - Asn - Glu
- Thr - Lys - Asp
- Cys - Arg - Thr
- Cys - Lys - Glu
- Gly - Leu - Ser

9º Dada a imagem representando o Fluxo da Informação Genética, qual a sequência de aminoácidos é formada no processo de tradução do RNA mensageiro?



- Thr - Asn - Glu - Gly - Leu - Ser - Tyr.
- Phe - Met - Val - Val - Trp - Lys - Thr.
- Trp - Thr - Tyr - Val - Cys - Lys - Glu.
- Trp - Thr - Glu - Gly - Leu - Ser - Tyr.
- Trp - Thr - Tyr - Val - Trp - Lys - Tyr.

10º (Adaptado de PUC-SP) Através da engenharia genética foi realizado dois experimentos onde foram utilizadas células de vaga-lumes e células de um determinado vegetal. No experimento 1, foi retirado da célula do vaga-lume parte do citosol contendo algumas organelas e implantado na célula do vegetal. No experimento 2, o núcleo da célula vegetal foi substituído pelo núcleo da célula do vaga-lume. Nos dois casos obteve-se uma planta inteira a partir da célula vegetal.

Resultados dos Experimentos	
Experimento 01	Experimento 02
Após ser regada com solução de luciferina, não foram observadas alterações na planta.	Após ser regada com solução de luciferina, a referida planta começou a emitir luz.

Sabendo que a célula do vaga-lume há produção de luciferase, enzima responsável pela oxidação da substância luciferina, levando à produção de luz. Explique a diferença dos resultados obtidos dos experimentos 01 e 02.

## APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

1. Qual o seu sexo? _____	14. Na sua vida escolar, você já foi reprovado? ( ) Sim. ( ) Não.
2. Qual é a sua idade? _____	15. Você já abandonou a escola durante o período de aulas e ficou fora da escola o resto do ano? (A) Não. (B) Sim, uma vez. (C) Sim, duas vezes ou mais.
3. Qual a localização que você reside? Marque apenas uma resposta) ( ) Zona rural. ( ) Zona urbana.	
4. Incluindo você, quantas pessoas vivem atualmente em sua casa? _____.	
5. Você mora com seus pais? (A) Sim, com meu pai e minha mãe. (B) Apenas com meu pai. (C) Apenas com minha mãe. (D) Não, com outro responsável.	16. Qual é o nível de escolaridade do seu pai? (Marque apenas uma resposta) (A) Não estudou. (B) Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário). (C) Do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio). (D) Ensino Médio (antigo 2º grau). (E) Ensino Superior. (F) Não sei.
6. Atualmente você trabalha fora de casa (recebendo ou não um salário)? ( ) Sim. ( ) Não.	
7. Somando a sua renda com a renda das pessoas que moram com você, quanto é, aproximadamente, a renda familiar mensal? (Marque apenas uma resposta) (A) Nenhuma renda. (B) Até 1 salário mínimo. (C) De 1 a 3 salários mínimos. (D) De 3 a 6 salários mínimos. (E) De 6 a 9 salários mínimos.	17. Qual é o nível de escolaridade da sua mãe? (Marque apenas uma resposta) (A) Não estudou. (B) Do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental (antigo primário). (C) Do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (antigo ginásio). (D) Ensino Médio (antigo 2º grau). (E) Ensino Superior. (F) Não sei.
8. Na sua casa tem computador? ( ) Sim. ( ) Não.	18. Seus pais ou responsáveis incentivam você a estudar? ( ) Sim. ( ) Não.
9. Você possui aparelho celular? ( ) Sim. ( ) Não.	19. Seus pais ou responsáveis incentivam você a ir à escola e/ou não faltar às aulas? ( ) Sim. ( ) Não.
10. Você tem acesso à internet na sua casa? ( ) Sim. ( ) Não.	20. Você gosta de estudar Biologia? ( ) Sim. ( ) Não.
11. Quanto tempo em média você gasta navegando na internet diariamente? (A) Menos de 1 hora. (B) Entre 1 e 2 horas. (C) Mais de 2 horas, até 3 horas. (D) Mais de 3 horas. (E) Não navego na internet.	21. A escola em que você estuda possui laboratório de Ciências/Biologia? ( ) Sim. ( ) Não.
12. Você utiliza a internet para pesquisas e estudos? ( ) Sim. ( ) Não.	22. A escola em que você estuda possui internet disponível para os alunos realizarem trabalhos de pesquisa? ( ) Sim. ( ) Não.
13. Na sua vida escolar, em que tipo de escola você estudou? (A) Somente em escola pública. (B) Somente em escola particular. (C) Em escola pública e em escola particular.	23. Que nota você daria para estrutura física da escola que estuda? ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5
	24. Que nota você daria para a importância do professor no seu aprendizado? ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5
	25. O que vocês gostariam que tivessem na sua escola que pudesse contribuir para seu aprendizado?

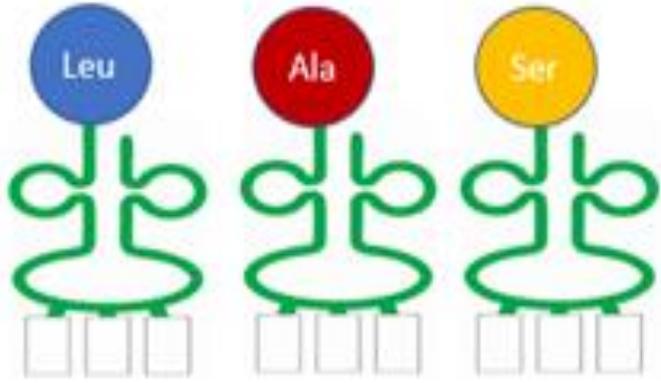
## APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO PLANO DE AULA

Escala de resposta: 0 a 5 — onde o número 0 representa nenhuma relevância e o número 5 muita relevância).

<p><b>1º Como você avalia o método de aula utilizado pelo professor sobre o tema fluxo da informação genética?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>2º Como você avalia o domínio do conteúdo pelo professor?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>3º Como você avalia a postura do professor relacionado a clareza das orientações transmitidas em cada etapa da aula?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>4º Como você avalia o seu aprendizado sobre o tema fluxo da informação genética?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>5º Qual o grau de interesse que você teve sobre esse assunto?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>6º Que nota você daria ao seu comprometimento na aula?</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0      <input type="checkbox"/> 1      <input type="checkbox"/> 2      <input type="checkbox"/> 3      <input type="checkbox"/> 4      <input type="checkbox"/> 5         </p>
<p><b>7º Que pontos positivos você pode citar?</b></p>
<p><b>8º Que pontos negativos você pode citar?</b></p>

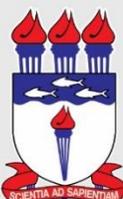
Muito obrigado pela sua participação!

APÊNDICE D — TAPETE DIDÁTICO INTERATIVO



## APÊNDICE E — CARTILHA DIDÁTICA



  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE ALAGOAS

**ENSINO EXPLÍCITO ADAPTADO COM  
ENSINO INVESTIGATIVO PARA AULAS DE BIOLOGIA  
SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA**

**Álison Luiz dos Santos**  
Prof. Dr. Daniel Leite Góes Gitai  
Prof. Dra. Melissa Fontes Landell

 **PROFBIO**  
Mestrado Profissional  
em Ensino de Biologia

  
**CAPES**

## APRESENTAÇÃO



Produto Educacional da dissertação “**Adaptação de Abordagem Investigativa ao modelo do Ensino Explícito para aulas sobre Fluxo da Informação Genética no Ensino Médio**”, apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, como requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Elaborado pelo mestrando Álisson Luiz dos Santos sob orientação do Prof. Dr. Daniel Leite Góes Gitai e coorientadora Profa. Dra. Melissa Fontes Landell, do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

Prezado (a) colega Professor (a),

Apresento-lhes esta cartilha didática (manual) referente ao trabalho desenvolvido em uma escola da rede pública de Alagoas, baseados no modelo do Ensino Explícito integrado a uma Abordagem Investigativa, adaptadas para aulas de Biologia no Ensino Médio, sobre Fluxo da Informação Genética.

O Ensino Explícito se caracteriza por um ensino sistemático, estruturado e diretivo. Diversas pesquisas vêm demonstrando um progresso significativo nos rendimentos dos educandos, o que tem levado a busca de estratégias de ensino organizadas sobre esta perspectiva.

A Abordagem Investigativa é fundamental para promover a alfabetização científica, e possibilitar a renovação no Ensino da Biologia. O docente passa assumir uma postura de provocador, e o aluno deixa de ser um agente passivo da aula, adotando uma nova postura em prol da construção de conhecimentos.

A presente cartilha didática, procura apresentar o plano e roteiro das aulas fundamentadas no Ensino Explícito integrada a práticas de ensino investigativas, adaptadas para a disciplina de Biologia sobre o Fluxo da Informação Genética. Acreditamos que essa cartilha, possa oferecer uma possibilidade didática para os docentes, podendo enriquecer o seu trabalho e contribuir satisfatoriamente no aperfeiçoamento e apropriação de novas estratégias que contribuam para os processos de ensino e aprendizagem.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	4
	1.1 O ENSINO EXPLÍCITO .....	4
	1.2 ABORDAGEM DE ENSINO INVESTIGATIVA .....	6
<b>2</b>	<b>PLANO DE AULA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA BASEADO NO ENSINO EXPLÍCITO ADAPTADO COM ABORDAGEM DE ENSINO INVESTIGATIVA</b> .....	7
<b>3</b>	<b>ROTEIRO DE AULA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA BASEADO NO MODELO DO ENSINO EXPLÍCITO ADAPTADO COM ABORDAGEM DE ENSINO INVESTIGATIVA</b> .....	9
	3.1 ABERTURA DA AULA .....	9
	3.2 CORPO DA AULA .....	17
	3.3 ENCERRAMENTO .....	29
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
	<b>ANEXOS</b> .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O Ensino Explícito

O Ensino Explícito, constitui um modelo de ensino estruturado em etapas sequenciadas e profundamente integradas. Essa abordagem vem sendo demonstrada por meio de pesquisas ao longo dos anos, e se traduz em um modelo de ensino bastante eficaz, que favorece o desempenho escolar dos estudantes.

De acordo com Gauthier, Bissonnette e Richard (2014) “o Ensino Explícito refere-se a uma abordagem de aprendizado que é dirigida pelo professor, vai do simples até o complexo e usualmente se dá em três etapas: modelagem, prática dirigida e prática autônoma”.

O Ensino Explícito está estruturado em três grandes momentos pedagógicos: preparação e planejamento; a interação com os alunos; o acompanhamento e a consolidação dos aprendizados. Essa organização foi denominada de “modelo PIC”. O primeiro momento é a fase de preparação (P), que corresponde o planejamento das aulas. O segundo momento é a fase de interação com os alunos (I), onde aplica-se o Ensino Explícito propriamente dito, que envolve a ação do professor com seus alunos. Por fim, o momento de consolidação (C), que incluem as atividades de fixação dos aprendizados (GAUTHIER; BISSONNETTE; RICHARD, 2014).

## Quadro 1 – Estrutura de aula em Ensino Explícito - Etapa de Interação (I)

<b>ABERTURA DA AULA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captar a atenção dos alunos</li> <li>• Dar um panorama               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar o objetivo da aula</li> <li>- Justificar sua importância</li> </ul> </li> <li>• Revisar os conhecimentos ou habilidades prévias</li> </ul>	<b>Verificar a compreensão</b>
<b>CORPO DA AULA</b>	
1) Modelagem “Eu faço” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto-falante no pensamento</li> <li>• Mostrar e dizer mostrando</li> <li>• Termos claros, concisos, equivalentes</li> <li>• Fazer os alunos participarem</li> </ul>	<b>Verificar a compreensão</b>
2) Prática guiada “Nós fazemos juntos” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de apoio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- físicos</li> <li>- verbais</li> <li>- visuais</li> </ul> </li> <li>• Retirar progressivamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Níveis de apoio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dizer o que fazer</li> <li>- Perguntar o que deve ser feito</li> <li>- Relembrar</li> </ul> </li> </ul>
<b>Verificar a compreensão</b>	
<b>Alta taxa de sucesso</b>	
3) Prática autônoma, sem apoio “Você faz sozinho” <p style="text-align: center;"><b>Verificar a compreensão</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Alta taxa de sucesso</b></p>	
<b>ENCERRAMENTO DA AULA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivação               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar o conteúdo essencial</li> </ul> </li> <li>• Anunciar o conteúdo da aula seguinte</li> <li>• Passar trabalho para os alunos fazerem sozinhos (deveres de casa)</li> </ul>	
Durante toda aula	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer os alunos participarem</li> <li>• Supervisionar a execução</li> <li>• Dar <i>feedback</i></li> </ul>	

Fonte: Archer e Hughes (2011) apud Gauthier, Bissonnete e Richard (2014).

## 1.2 Abordagem de Ensino Investigativa

As Abordagens de Ensino Investigativa tem o objetivo de impulsionar a **alfabetização científica** dos estudantes, cuja intencionalidade pedagógica visa ampliar sua cultura científica, buscando estimular a reflexão, a pensar de maneira crítica, formando cidadãos mais conscientes e capazes de utilizar os conhecimentos e práticas científicas para intervir na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011). O docente assume uma postura de provocador; e o aluno deixa de ser um agente passivo da aula e passa a ser o protagonista de sua aprendizagem.

A organização de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) deve respeitar algumas etapas conforme pontuado por Carvalho e Sasseron (2012): i) exposição de uma problematização; ii) atividade e discussão em grupo; iii) levantamento e testagem de hipóteses; iv) sistematização conceitual; v) atividade de avaliação e/ou aplicação. Nessa organização, os docentes podem explorar o conhecimento científico ao inserir problemas da realidade social dos estudantes, o que despertaria o interesse e facilitaria na compreensão do mundo que o cerca.

Dentro deste contexto teórico, é que propusemos um plano de aula para a disciplina de Biologia no Ensino Médio, baseado na estrutura do Ensino Explícito associado a Atividades de Ensino Investigativas, abrangendo o tópico Fluxo da Informação Genética. Cada uma das atividades foi planejada, utilizando de ferramentas estruturantes, visando proporcionar aos alunos, a revisão de seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, momentos de reflexão e discussão, ambiente de interação, visando a compreensão dos conhecimentos científicos.

## 2 Plano de aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no modelo do Ensino Explícito adaptado com Abordagem de Ensino Investigativa

PLANO DE AULA – FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA	
<b>Instituição Escolar:</b> Escola Estadual Aristheu de Andrade	
<b>Cidade:</b> Colônia Leopoldina/AL	
<b>Disciplina:</b> Biologia	<b>Série:</b> 3º Ensino Médio
<b>Docente:</b> Álisson Luiz dos Santos	<b>Carga horária:</b> 04 h/a (240 min.)

TEMA
FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA

OBJETIVOS
<b>Geral:</b> - Compreender o processo de síntese proteica e suas etapas, a partir da duplicação do DNA formação do RNA mensageiro até a tradução da informação gênica em proteína, através de um ensino sistemático, estruturado e explícito.
<b>Específicos:</b> - Localizar a informação genética dentro da célula; - Conhecer a organização, estrutura e composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA); - Entender o papel de cada um dos RNAs (mensageiro, transportador e ribossômico) no processo de síntese proteica; - Compreender os mecanismos relacionados ao Fluxo da Informação Genética (replicação, transcrição e tradução).

CONTEÚDOS
- Estrutura dos ácidos nucleicos: DNA e RNA; - Replicação do DNA; - Transcrição da informação do DNA para o RNA; - O código genético; - Tipos de RNAs e suas funções (mensageiro, transportador e ribossômico); - Mecanismo da síntese proteica: tradução.

RECURSOS DIDÁTICOS
- Dinâmica: peças de lego (bloquinhos de montar), manual de instruções; material multimídia: data show, notebook e caixinha de som; plaquinhas com conceitos gerais e específicos; fita adesiva; lousa; pincel marcador para quadro branco; fotocópia da paródia; tapete didático interativo e peças para fixar; maquetes; fotocópias dos questionários.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 1. ABERTURA

#### 1.1 GESTÃO DE CLASSE (≅ 5 min)

- Organização da sala;
- Orientar os discentes sobre comportamento, e solicitar colaboração e participação nas etapas da aula.

#### 1.2 GESTÃO DOS APRENDIZADOS (≅ 35 min)

- Dinâmica: Montagem de objetos com bloquinhos de montar (peças de lego);
- Levantamento dos conhecimentos prévios: conceitos gerais ou comuns;
- Transição da abertura da aula para a etapa de modelagem: cola cognitiva dos conceitos gerais com os conceitos específicos, através da utilização de plaquinhas para os alunos fixarem na lousa.

### 2. CORPO DE AULA

#### 2.1 MODELAGEM (≅ 80 min.)

- Experimentos simulados virtuais através de abordagem investigativa para estudo dos conceitos primários referente ao conteúdo;
- Aula expositiva dialogada com apresentação de diapositivos no projetor multimídia;
- Apresentação de paródia;
- Revisão dos principais conceitos apresentados;
- Solicitação de maquete da molécula do DNA para próxima aula.

#### 2.2 PRÁTICA GUIADA (≅ 60 min.)

- Exposição das maquetes da molécula do DNA;
- Resgatar os conceitos primários trabalhados nas etapas anteriores (abertura e modelagem);
- Simulação do Fluxo da Informação Genética com a utilização de tapete didático interativo, para abordagem dos conceitos derivados do conteúdo;
- Apresentação de diapositivos e vídeo de animação sobre o Fluxo da Informação Genética, “Do DNA a Proteína”, através do projetor multimídia;
- Revisão dos principais conceitos apresentados.

#### 2.3 PRÁTICA AUTÔNOMA (≅ 40 min.)

- Aplicação de teste individual com questões objetivas e subjetiva.

### 3. ENCERRAMENTO (≅ 20 min.)

- Revisão geral do tópico Fluxo da Informação Genética;
- Correção do questionário avaliativo da aprendizagem de forma dialogada;
- Aplicação de questionário socioeconômico e questionário de avaliação do plano de aula;
- Agradecimentos pela participação e colaboração dos alunos.

**AVALIAÇÃO**

- Qualitativa (Participação e interação dos alunos nas atividades realizadas; Questionário de avaliação da abordagem);
- Quantitativa (Questionário de avaliação da aprendizagem).

**REFERÊNCIAS**

- GODOY, Leandro Pereira; OGO, Marcela Yaemi. Contato Biologia. São Paulo: Quinteto, 2016. V. 3.
- Planeta Biológico. Ácidos nucleicos. 2015. (3m51s). Categoria: Pessoas e Blogs. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lqceqmKOQ1c> . Acesso em: 17 de jan. 2020.
- APhysio. Mecanismo de replicação do DNA, em 3D. 2016. (3m40s). Categoria: Pessoas e Blogs. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zVaPUThUdWw> . Acesso em: 06 de jan. de 2020.
- Inteligentista. Do DNA à Proteína. 2017. (3m13s). Categoria: Ciência e tecnologia. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I) . Acesso em: 06 de jan. 2020.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### **3 Roteiro de Aula sobre Fluxo da Informação Genética baseado no Ensino Explícito adaptado com uma Abordagem de Ensino Investigativa**

O plano de aula obedeceu a estrutura da fase de interação (I) do Ensino Explícito com as seguintes etapas: 1) abertura da aula; 2) corpo da aula — modelagem, prática guiada e prática autônoma — 3) encerramento. Foram empregadas diferentes ferramentas estruturantes, entre elas, buscou-se integrar atividades investigativas, que vieram a favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

#### **3.1 Abertura**

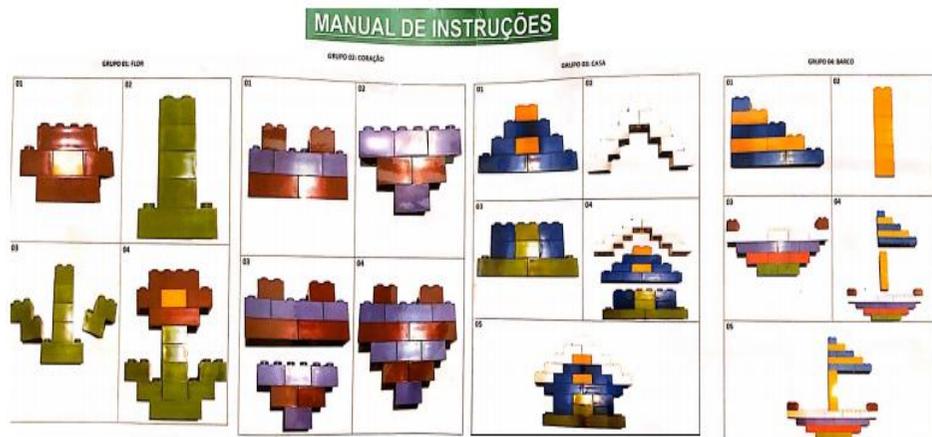
O momento de abertura corresponde ao contato inicial com os alunos, antes do ensino propriamente dito. Nessa fase, o professor deve levar em consideração as duas funções do ensino: a *gestão de classe* e a

*gestão dos aprendizados*. Na gestão de classe os alunos foram orientados sobre algumas regras e condutas necessárias para serem colocadas em prática durante às aulas. Também foi preciso organizar a posição das carteiras, em um formato ideal para execução das atividades. Empregou-se o formato de “U” ou “meia-lua”, uma vez que, esse formato proporciona contato visual entre todos os presentes e favorece o debate coletivo, além de manter a possibilidade de foco no professor e na lousa.

Em relação a gestão dos aprendizados, o docente precisa captar a atenção dos alunos, apresentar os objetivos da aula e ativar os conhecimentos prévios, formados pelos conceitos comuns. Os conceitos comuns foram trabalhados de maneira lúdica por meio de uma dinâmica elaborada pelo docente. Ela foi desenvolvida para compensar a desigualdade entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber antes de poder aprender os conceitos específicos do assunto. Notoriamente, as atividades lúdicas, possibilitam a criação de um ambiente motivador, prazeroso, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem, pois facilita a dinâmica do processamento cognitivo de informações (ZUANON; DINIZ; NASCIMENTO, 2010).

A dinâmica é caracterizada pela construção de objetos com peças de lego (bloquinhos de montar), a partir de um manual de instruções (figura 1). A turma foi organizada em quatro grupos. No centro da sala, foi posto um único manual de instruções, que continha orientações para montagem de quatro objetos diferentes (barco, coração, árvore e uma flor).

Figura 1 – Manual utilizado na dinâmica para montagem dos objetos

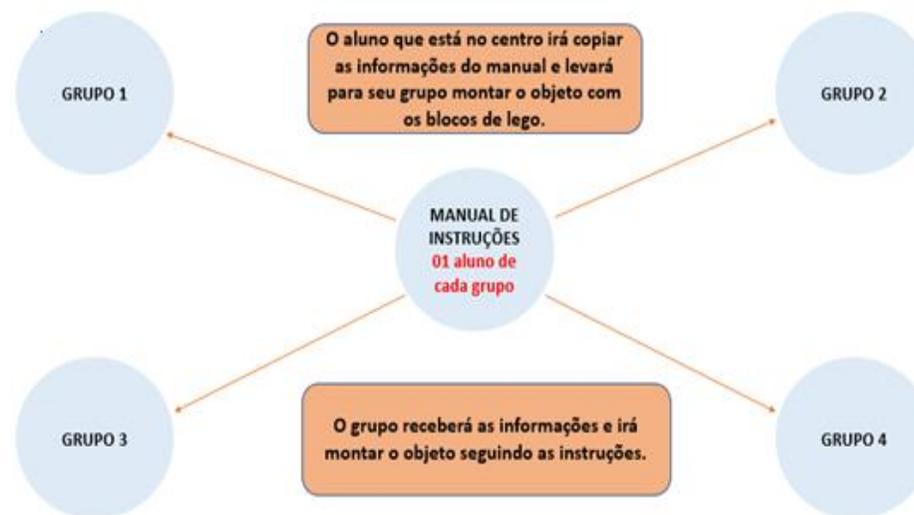


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Cada grupo tinha um aluno representante, que ficou responsável por copiar as informações — nesse caso utilizou-se a câmera do celular — contidas no manual de instruções para transmiti-las a seu respectivo grupo. O aluno que transferia a informação, só poderia levar as instruções para seu grupo uma única vez, e não poderia ajudar na montagem, conforme esquema da figura 2.

Os grupos ao receberem as instruções deveriam montar os objetos com os bloquinhos, que já estavam sobre o seu domínio. Todos os grupos conseguiram com êxito concluir a atividade proposta. Os termos trabalhados na dinâmica foram: manual de instruções, código, informação, copiar, transmissão, interpretação da informação e produto. A figura 3, apresenta os estudantes participando da dinâmica.

Figura 2 – Esquema da dinâmica: montagem de objetos com bloquinhos de montar



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 3 – Ensino Explícito. Abertura da aula — dinâmica: construção de objetos com bloquinhos de montar



Fonte: Acervo do autor (2020).

O desenvolvimento da dinâmica contribuiu para a “**organização da estrutura cognitiva básica**”, isto é, serviram de arcabouço para a compreensão dos conhecimentos técnicos ou específicos do tópico Fluxo da Informação Genética. Para tal, foram realizados alguns questionamentos aos alunos sobre a dinâmica, contribuindo para discussão e interação entre os alunos (figura 4).

**Figura 4 – Questionamentos realizados pelo docente aos alunos sobre a dinâmica de construção com blocos de montar**



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O emprego desta metodologia lúdica foi bem satisfatório, e contribuiu para realização da cola cognitiva, ou seja, os termos trabalhados na dinâmica, serviu como base na aquisição e compreensão dos conceitos científicos.

Conforme citado por Moreira (2012, p. 2),

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Ao ser bem sucedido nas atividades propostas, é imprescindível que o docente manifeste entusiasmo, reconhecendo e evidenciando os esforços notáveis dos alunos. Parabenizar e elogiar são formas de valorizar e aumentar a motivação intrínseca dos estudantes. Essa ação docente, denominamos de “**recompensa cognitiva afetiva**”, posto que, esse reconhecimento melhora a autoestima, cria laços afetivos e potencializa a motivação, importante para o processo de aprendizagem e sucesso dos alunos. Afinal, o professor é a peça chave de motivação em sala de aula.

Findada a dinâmica e os questionamentos, chega-se ao momento de passagem da abertura da aula, para o momento do corpo da aula, a modelagem. O que corresponde ao início da transmissão dos termos específicos do conteúdo. Nessa etapa de transição, o docente deve estar atento para executar a “cola cognitiva” entre os conceitos comuns (ou conceitos prévios) trabalhados na dinâmica, com os conceitos específicos do conteúdo, respeitando a ordem hierárquica dos conceitos (dos conceitos primários para os conceitos derivados).

Nessa etapa de transição, o docente deu início a abordagem de ensino investigativa, lançando uma situação-problema, que instigasse a curiosidade dos alunos, ao fazer analogias entre os conceitos gerais

trabalhados na dinâmica, com o funcionamento das células. Na Biologia, é fundamental apresentar situações-problemas para serem discutidos e resolvidos, pois a própria disciplina foi e é assim construída.

Diante disso, o docente exibiu imagens de diferentes tipos de células humanas e relatou que dentro da célula também possui um manual de instruções, capaz de armazenar informações necessárias a formação dos diferentes tipos celulares.

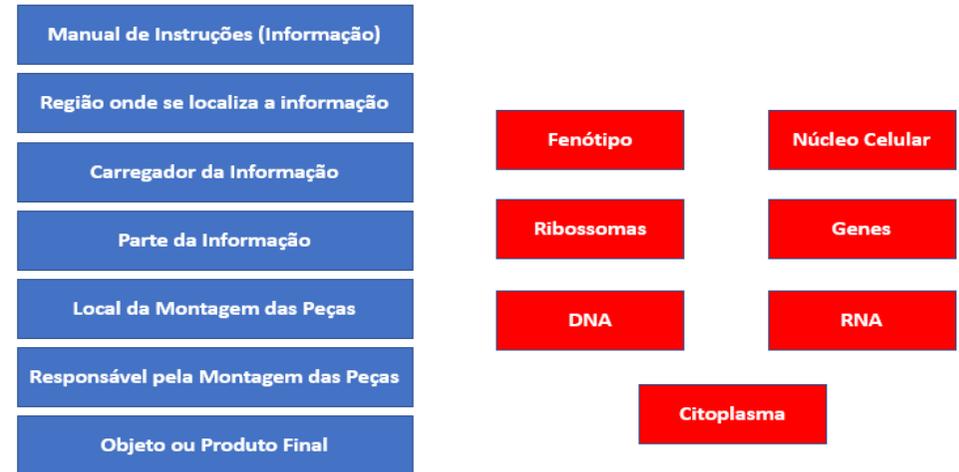
Os estudantes foram estimulados a refletir, e o professor buscou estimulá-los para que estes discutissem e tentassem explicar onde se localizava e o que seria esse manual de instruções dentro da célula. Nesse momento o professor procurou identificar que tipo de pensamento (intuitivo ou de senso comum) eles possuem sobre o assunto. Para Bachelard (1995, p. 18) todo conhecimento é resposta a uma pergunta. E o docente tem o papel de construir a cola cognitiva do conhecimento prévio para o conhecimento científico, mediante à investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno.

A resolução da situação-problema acompanhou todo o processo de investigação e permitiu a participação ativa dos alunos em todo processo de aprendizagem. A resolução das situações-problema ou desafios desenvolvem nos estudantes habilidades cognitivas primordiais, possibilitando que eles possam ser sujeitos críticos, pensantes e autônomos, formando cidadãos ativos no processo de tomada de decisões.

Em seguida, o professor apresentou algumas plaquinhas (figura 5), com os conceitos trabalhados na dinâmica e alguns termos específicos do conteúdo, e solicitou que os estudantes tentassem associar os termos

baseado nos seus conhecimentos gerando uma suposição provisória (hipótese), que seria posteriormente verificada.

**Figura 5 – Plaquinhas com os conceitos comuns e conceitos técnicos primários do conteúdo**



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Alguns alunos foram convidados para ir ao quadro branco e relacionarem as plaquinhas (figura 6). Os estudantes apresentaram dúvidas, alguns davam sugestões, mas não tinham certeza. Ao relacionarem os conceitos, foi constatado que alguns dos conceitos não foram associados corretamente, no entanto, esses equívocos deveriam ser percebidos e corrigidos pelos próprios discentes no decorrer do processo de investigação, sem que o docente indicasse os erros.

**Figura 6 – Alunos associando as plaquinhas com termos trabalhados na dinâmica com termos específicos do conteúdo**



Fonte: Acervo do autor (2020).

### 3.2 Corpo da Aula

#### A) Modelagem

A modelagem foi pensada para a execução de uma Abordagem de Ensino Investigativo visando a demonstração dos conceitos técnicos do assunto. Para isso, foram realizadas atividades experimentais, por meio da utilização das TIDC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), em um laboratório virtual, uma vez que, a Biologia Celular e Molecular (BCM), envolve experimentos muito complexos, inviáveis de serem executados na escola. Foram trabalhados os seguintes conceitos técnicos primários: ácido desoxirribonucleico (DNA), ácido ribonucleico (RNA), composição química e estrutura do DNA/RNA, nucleotídeos, genes, complementariedade de bases.

Os experimentos virtuais simulados, tendo como foco o Ensino por Investigação, contribui para aproximar o discente de um pensamento científico, permitindo a construção progressiva de conceitos e possibilitando o desenvolvimento e automatização de esquemas suficientes para melhor descobrir e assimilar os fenômenos biológicos. O desenvolvimento de situações didáticas que envolvam atividades investigativas, permite a participação ativa dos alunos em todo processo de aprendizagem.

Os experimentos simulados, foram produzidos através do programa Microsoft PowerPoint, com construção de um laboratório virtual de biotecnologia, com utilização de diversas animações (figura 7). O docente atuou como mediador da atividade, estimulando os alunos nas discussões e análises dos procedimentos. Através da demonstração investigativa o docente executava e descrevia cada etapa do experimento, buscava instigar a participação dos alunos, na elaboração de hipóteses e interpretação dos resultados, até atingir a conclusão.

**Figura 7 – Laboratório virtual onde foram realizados os experimentos simulados com foco no ensino investigativo**



Fonte: Acervo do autor (2020).

Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente. A simulação de experimentos virtuais, permitem demonstrar, de forma simplificada, o processo de construção ou produção do conhecimento (MALDANER, 2003, p. 57).

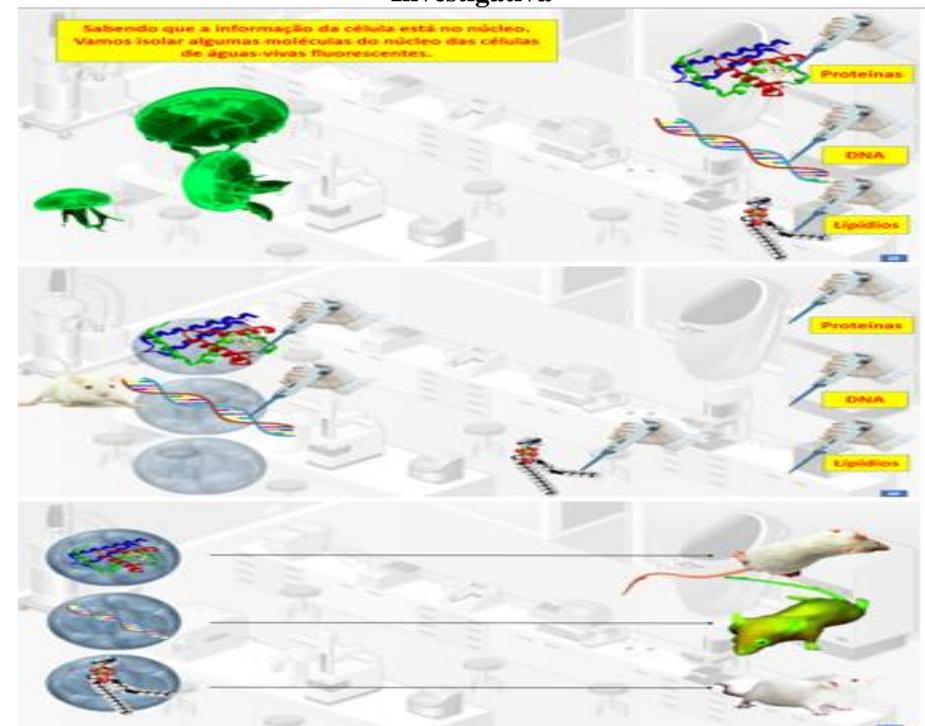
Segundo Carvalho (2012), atividades com demonstrações investigativas são executadas pelo professor, enquanto os alunos observam, porém são investigativas porque não são utilizadas apenas para ilustrar, mas permitir que o aluno reflita sobre o assunto e busque uma explicação por meio de um modelo conceitual.

No primeiro experimento, o professor lançou o seguinte desafio: “Qual a região da célula está localizado o manual de instruções?”. A partir desse questionamento, o professor iniciou o experimento virtual. Nesse experimento, as técnicas utilizadas consistiam, em um determinado momento, substituir parte do citosol entre dois tipos diferentes de células animais. Em outro momento, substituir o núcleo celular entre essas células. Os alunos participaram fazendo observações, indagações, criando hipóteses, analisando resultados, ou seja, assumiram algumas atitudes do fazer científico, deixando de ser meros receptores das informações. Essa experimentação, contribuiu para comprovar que o núcleo é a região da célula, que armazena o manual de instruções e coordena as atividades celulares.

Uma vez que, o núcleo guarda as informações, e sabendo que ele é constituído por diferentes moléculas, o docente lançou para os alunos o segundo desafio: “Que molécula é responsável por armazenar as informações dentro do núcleo?”. Diante dessa indagação, foi realizada uma

segunda simulação. Através de animações, foram isoladas do núcleo da célula de águas-vivas fluorescentes, três moléculas diferentes: proteínas, lipídios e DNA. As moléculas isoladas foram implantadas em núcleo de diferentes zigotos de camundongos. Esses zigotos se desenvolveram e deram origem aos camundongos. Os camundongos que receberam a molécula de DNA das águas-vivas fluorescentes, começaram a brilhar no escuro quando expostos à luz negra. Enquanto os outros, que receberam as moléculas de proteínas e lipídios, não apresentaram essa característica. Com esse resultado, foi constatado que a molécula que armazena as informações é o DNA (figura 8).

**Figura 8 – Simulações de experimentos virtuais através de Abordagem Investigativa**



Fonte: Acervo do autor (2020).

No laboratório virtual foi analisada a composição química do DNA, e o docente fez outros questionamentos, solicitando que eles observassem e descrevessem a estrutura da molécula. “*Comparando as duas fitas do DNA, os componentes seguem o mesmo padrão de repetição ou possuem diferenças?*” “*As bases nitrogenadas seguem uma mesma sequência?*” “*Como ocorre as ligações entre as duas fitas do DNA?*” *Existe alguma regra no emparelhamento das bases?*”. A partir dessas indagações, o professor fez uma exposição detalhada das características principais do DNA.

Após examinar o DNA, veio a próxima pergunta: “*Qual molécula está copiando e transmitindo as informações do DNA?*”. O professor apresentou imagens da composição química de três moléculas: proteínas, lipídios e RNA. E solicitou que eles selecionassem, qual das moléculas estaria copiando e transmitindo as informações. Identificando o RNA como molécula carregadora, foi solicitado que os alunos também descrevessem a estrutura do RNA, e observassem as diferenças com a molécula do DNA (figura 9). Dando continuidade, o docente fez uma exposição do conteúdo com uso de diapositivos no projetor multimídia. Foi trabalhado os conceitos de cromossomos, genes, ácidos nucleicos, nucleotídeos, entre outros.

**Figura 9 – Simulações de experimentos virtuais: análise da composição química do DNA e RNA**



Fonte: Acervo do autor (2020).

O emprego da atividade investigativa por meio de simulações virtuais, proporcionou um ambiente de discussão, reflexão e diálogo. Para isso, o docente exerceu o papel de mediador do processo, buscando realizar questionamentos e narrativas com pequenas pausas, garantindo a reflexão e o desenvolvimento do pensamento investigativo.

A estratégia selecionada para etapa da modelagem, foi muito proveitosa e atrativa para os estudantes. O objetivo da dinâmica foi alcançado, uma vez que os alunos conseguiram descrever o núcleo como a região da célula em que se localizam as informações genéticas, e o DNA sendo a molécula responsável pelo armazenamento dessas informações, que são transferidas para o RNAm no processo do Fluxo da Informação Genética. Todo esse processo de ensino-aprendizagem ocorreu de forma ativa, interativa e colaborativa, fugindo dos modelos tradicionais de ensino.

Finalizando o momento da modelagem, o docente fez uma revisão geral de todos os termos estudados, dos conceitos gerais trabalhados na abertura da aula, até os conceitos específicos primários vistos na modelagem. Reforçando a cola cognitiva dos conceitos, buscando uma estabilidade cognitiva. Em seguida, os alunos receberam uma cópia com a letra de uma paródia sobre os ácidos nucleicos: DNA e RNA (Anexo 01). O professor exibiu a paródia em forma de vídeo no projetor multimídia, e pediu que os alunos acompanhassem cantando a composição.

Para reforçar os conceitos abordados na etapa da modelagem, os alunos foram orientados para confecção de maquetes — como atividade extraclasse — que representasse a molécula do DNA. A utilização de modelos didáticos como recursos pedagógicos, facilitam a compreensão de conteúdos abstratos, levando o educando a confrontar o que achava que

estava entendendo, com o que o docente pretende demonstrar (figura 10).

Neste contexto, os modelos são construções e recortes da realidade, que pode ser usado como referência, que podem superar problemas como a impossibilidade de contato com o objeto de estudo (LOPES; ALMEIDA; AMADO, 2012). Cabe ao professor estabelecer não só as semelhanças entre o objeto e o conceito científico em questão, mas também as diferenças entre eles.

O prazo de entrega das maquetes, foi de uma semana, o que representaria a aula seguinte, onde o docente daria continuidade ao conteúdo. Os alunos foram informados de forma breve, a programação da aula seguinte, de modo a motivá-los para o seguimento do plano de aula.

**Figura 10 - Modelos didáticos da estrutura do DNA produzidos pelos alunos**



Fonte: Acervo do autor (2020)

## B) Corpo de Aula: Prática Guiada

Antecedendo ao início da prática guiada, o docente recebeu as maquetes da molécula do DNA, solicitadas na última aula, e pediu para que os alunos descrevessem a estrutura e composição do DNA e do RNA. Os conceitos foram novamente revisados com a intenção de conectar as informações armazenadas na memória de longo prazo, com as novas informações que seriam estudadas.

Na prática guiada ou prática dirigida, foram praticados os conceitos derivados do tópico Fluxo da Informação Genética, constituído pelos seguintes processos: replicação, transcrição e tradução, considerados como o Dogma Central da Biologia Molecular. A compreensão de como ocorre esses processos, é considerado na maioria das vezes, complexos e de difícil assimilação pelos alunos e professores. Com base nestas constatações, faz-se necessário, a utilização de materiais didáticos, que reúnam os aspectos lúdicos aos aspectos cognitivos, com o objetivo de ser um facilitador na compreensão deste conteúdo.

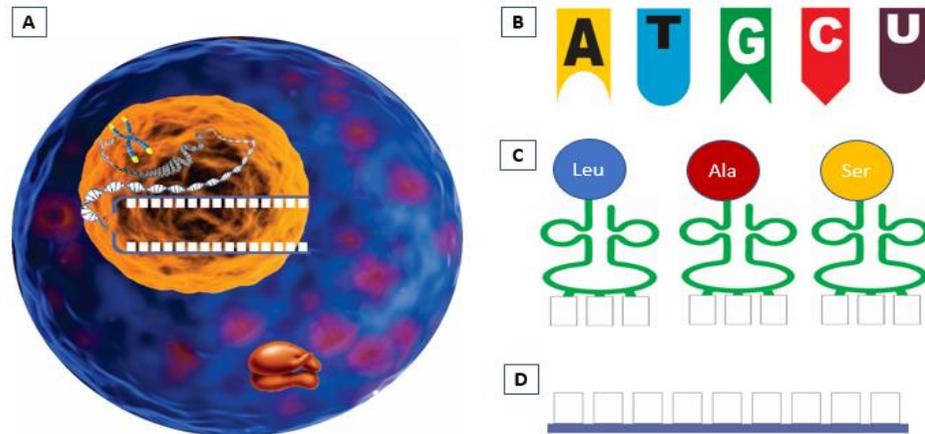
Sendo assim, visando facilitar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, foi desenvolvido um tapete didático interativo, tendo como propósito ajudar no aprendizado dos conceitos secundários do conteúdo, demonstrando como se processa o Fluxo da Informação Genética, por meio da simulação do processo de transcrição e tradução de forma lúdica.

O tapete didático interativo, foi confeccionado em lona de vinil, com medida de 2,0 m<sup>2</sup> (dois metros quadrados), em forma de círculo, e ilustra uma célula eucariótica, apresentando as regiões do núcleo e citoplasma. No núcleo foi representado os cromossomos, de onde se

desenrolava a molécula do DNA. Na região do citoplasma, foi mais oportuno destacar apenas os ribossomos. Além do tapete, também foram produzidas peças representando as bases nitrogenadas, fita de RNA mensageiro (RNAm), o RNA transportador (RNAt) e os aminoácidos (figura 11).

Os alunos foram guiados pelo docente a simular primeiramente o processo de replicação do DNA. Em seguida, simularam o processo de síntese proteica, iniciando na região do núcleo da célula, pela transcrição do DNA e formação do RNAm, e posterior tradução do RNAm e formação da cadeia polipeptídica na região do citoplasma. As peças com as bases nitrogenadas eram fixadas no tapete didático através de velcro adesivo.

**Figura 11 – Material didático: A) tapete didático interativo; B) Bases nitrogenadas (A = adenina; T = timina; G = guanina; C = citosina; U = uracila); C) RNA transportador (RNAt); D) RNA mensageiro (RNAm)**



Fonte: Elaborado em colaboração do designer gráfico Bonifácio Alves S. Neto (2020)

Os alunos foram convidados em grupos a montar primeiro uma sequência com as bases nitrogenadas em uma das fitas do DNA. O segundo

grupo de alunos, completava a outra fita do DNA, baseado na complementariedade das bases. Um terceiro grupo, selecionava uma fita molde do DNA, e produzia a molécula de RNAm e deslocava para o citoplasma. O último grupo, dirigia o RNAm para serem lidos no RNA ribossomal (RNAr), juntamente aos ribossomos, para que fossem "convertidas" em aminoácidos. Portanto, o grupo analisava os códons (trincas de bases) e com ajuda da tabela de códons, selecionava os anticódons correspondentes, formando uma sequência de aminoácidos. Essa ligação dos aminoácidos denomina-se cadeia polipeptídica, a qual resulta na formação das proteínas. A figura 12, apresenta os estudantes em processo de produção.

**Figura 12 – Prática Guiada: Simulação do Fluxo da Informação Genética através de tapete didático interativo**



Fonte: Acervo do autor (2020).

A atividade de simulação foi executada três vezes, sempre buscando envolver o máximo de alunos possíveis. A repetição da atividade contribuiu para que os alunos observem, que a alteração da sequência das bases nitrogenadas do DNA, determina a sequência de aminoácidos na cadeia polipeptídica. A cada repetição da atividade, o docente diminuía o apoio na execução da tarefa, possibilitando maior autonomia dos estudantes. Finalizada a atividade interativa, o docente fez alguns questionamentos para os estudantes: “*Em que momento da atividade ocorreram os processos de transcrição e tradução?*” “*Quais as regiões da célula que aconteceram tais processos?*”.

A utilização de uma metodologia alternativa, unindo os aspectos lúdicos aos cognitivos, auxiliou na construção do conhecimento, uma vez que os alunos manipularam e interagiram livremente com estruturas representativas dos processos biológicos, ao invés da simples observação das imagens do livro didático ou projetadas durante as aulas. Gauthier, Bissonnette e Richard (2014, p. 80) declara que “oferecer múltiplas oportunidades para os alunos praticarem é um elemento-chave de um ensino eficaz”.

Dando seguimento, foi solicitado dos discentes que, novamente associassem as plaquinhas dos conceitos estudados na dinâmica de abertura (conceitos comuns), com os conceitos específicos do conteúdo abordado. Percebeu que os alunos associaram os conceitos de forma correta, evidenciando a aprendizagem. Logo depois, com a utilização do projetor multimídia, o docente reforçou os conceitos derivados do conteúdo. Foi exibida uma sequência de diapositivos com imagens, animações e vídeo, que viessem esclarecer os seguintes conceitos: código genético universal,

dogma central da Biologia, replicação, transcrição, transcrito primário, splicing, tradução, tipos de RNAs, códon, anticódon, aminoácidos, proteínas, produto gênico e fenótipo.

### C) Corpo de Aula: Prática Autônoma

A prática autônoma caracteriza a última etapa do Ensino Explícito propriamente dito. Nessa etapa, os alunos precisam praticar o que aprenderam do conteúdo de maneira autônoma, isto é, sem ajuda do professor ou dos colegas de turma. Dessa forma, optou-se na realização de um questionário avaliativo de aprendizagem, com questões objetivas e subjetiva (Anexo 02), com o objetivo de analisar a eficácia da proposta de ensino. Os resultados permitiram perceber o nível de compreensão dos educandos relacionados ao tópico Fluxo da Informação Genética (figura 13).

**Figura 13 – Aplicação do questionário de avaliação da aprendizagem**



Fonte: Acervo do autor (2020).

### 3.3 Encerramento

Na fase de encerramento, o docente realizou uma revisão do conteúdo Fluxo da Informação Genética, através de explanação dialogada, selecionando dentro do que foi estudado, os elementos que merecem maior atenção e que são fundamentais reforçar. Em seguida, foi importante fazer a correção do questionário avaliativo da aprendizagem, de modo a esclarecer possíveis dúvidas, e dar um *feedback* sobre quais alternativas estavam corretas. O docente encerrou agradecendo o envolvimento e participação de todos os educandos.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino Explícito implementado com atividades investigativas demonstrou ser válido e eficaz para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Biologia, corroborando com os estudos dos pesquisadores Gauthier, Bissonnette e Richard (2014), que apontam o Ensino Explícito como sendo capaz de garantir um aproveitamento significativo no desempenho escolar dos alunos.

O modelo do Ensino Explícito associada ao Ensino por Investigação, podem ser empregados em outras disciplinas, e em todos os níveis de ensino, enriquecendo o trabalho de professores e contribuindo satisfatoriamente no aperfeiçoamento e apropriação de novas estratégias que contribuam para os processos de ensino e aprendizagem.

A cartilha didática tem a intenção de apresentar novos procedimentos metodológicos que venham contribuir para a atuação do

docente de maneira mais eficaz e aperfeiçoar novas práticas educativas no Ensino de Biologia, que somem e agreguem valor aos modelos que norteiam o fazer pedagógico contemporâneo. Fomentando novas oportunidades de discussão sobre estratégias exitosas no ensino, visando contribuir para uma maior aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Sequências de Ensino Investigativas (SEIs): o que os alunos aprendem?** In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. (orgs.). Educação em ciências: epistemologias, princípios e ações educativas. Curitiba: CRV, 2012. p. 148-174.
- GAUTHIER, C.; BISSONETE, S.; RICHARD, M. **Ensino Explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados**. Petrópolis, RJ. 2014.
- LOPES, N. R.; ALMEIDA, L. A.; AMADO, M. V. **Produção e análise de recursos didáticos para ensinar alunos com deficiência visual o conteúdo de mitose: Uma prática pedagógica no ensino de ciências biológicas**. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica. v. 2, n. 02, p. 103 –111, dezembro, 2012.
- MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química**. Juí: Ed. Unijuí, 2003.
- MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências – V16 (1), pp. 59-77, 2011.
- ZUANON, A. C. A.; DINIZ, R. H. S; NASCIMENTO, L.H. **Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 49-59, 2010.

## ANEXO 01

## PARÓDIA: ÁCIDOS NUCLEICOS

Letra: Paulo Alexandre

Música: Julinho Carvalho

**Ácido nucléico, duas formas tem.  
É o DNA e o RNA também. (2 x)**

Sua menor unidade, nucleotídeo é chamada  
Que estão ligados fosfato, pentose e uma base nitrogenada  
Pra se unirem e formarem cadeia  
Nos nucleotídeos dentro da mesma fileira  
Fosfato vai ligando, formando a escadinha  
Com a pentose do nucleotídeo vizinho.

O DNA tem cadeia dupla, podemos chamar  
Pentose é **desoxirribose** e as bases  
que vão se ligar  
**Adenina** se liga à **timina**  
Se for **guanina** quem se junta é **citossina**  
Autoduplicação, mecanismo celular  
Hereditariedade, transcrição em RNA.

E na transcrição DNA vai formando RNA  
A fita dupla vai se abrindo, nucleotídeos  
vão se parear (em uma das fitas!)  
Adenina se liga à uracila  
Se for guanina quem se junta é citossina  
Mas se no DNA a base for a timina  
Do RNA quem se junta é adenina.

RNA fita simples, que vem do DNA  
(pela transcrição!)  
Pentose agora é **ribose** e as fitas podem se ligar  
(pelas bases, na tradução)  
Adenina se liga à **uracila**  
Se for **guanina** quem se junta é **citossina**  
Processo importante  
veja só, nunca termina  
São três RNAs para formar a proteína.

(e pra formar a proteína?)  
**RNA mensageiro**, é produzido pelo DNA  
Chegando até o citoplasma  
proteína já vai se formar  
O segundo é o transportador  
Leva aminoácidos ao polirribossomo  
(ou polissomos)

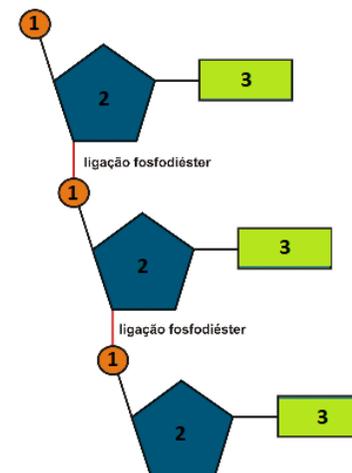
Terceiro é conhecido por função estrutural  
Chamado **ribossômico**, faz tradução legal.  
E pra encerrar

Não podemos nunca mais nos enganar  
As bases conhecidas como **púricas**  
Já podem se apresentar  
**Adenina e guanina** elas são  
e as pirimídicas, não tem mais erro não  
**timina, citosina, uracila** já serão  
Então já vou cantando e guardando  
esta canção...

## ANEXO 02

### Questionário Avaliativo de Aprendizagem

1º (Adaptado de PUC-PR) Sabemos que existem dois tipos de ácidos nucleicos: o DNA e o RNA. Tanto o DNA como o RNA são formados por monômeros denominados nucleotídeos. No esquema abaixo, observa-se a estrutura de um nucleotídeo. Os números 1, 2 e 3 representam os seguintes componentes:



- 1- Base nitrogenada; 2- desoxirribose; 3- fosfato.
- 1- Base nitrogenada; 2- fosfato; 3- desoxirribose.
- 1- Fosfato; 2- desoxirribose; 3- base nitrogenada.
- 1- Fosfato; 2- base nitrogenada; 3- desoxirribose;
- 1- Desoxirribose; 2- fosfato; 3- base nitrogenada.

2º (UFMS-RS) Numere a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

1ª Coluna	2ª Coluna
1 – DNA	<input type="checkbox"/> Dupla hélice
	<input type="checkbox"/> Ribose
	<input type="checkbox"/> Fita única ou simples
2 – RNA	<input type="checkbox"/> Desoxirribose
	<input type="checkbox"/> Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, timina.
	<input type="checkbox"/> Bases nitrogenadas: adenina, guanina, citosina, uracila.

A sequência correta é:

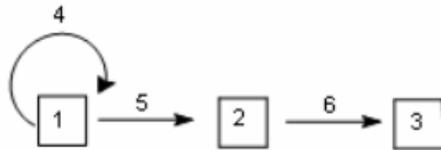
- 1 – 2 – 1 – 2 – 2 – 1
- 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 2
- 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2

- d) 2 - 1 - 2 - 1 - 1 - 2  
e) 1 - 1 - 2 - 2 - 2 - 1

3º Analisando-se o DNA de certas células, detectou que 20% de suas bases nitrogenadas eram constituídas por guanina (G) e 80% constituída de outras bases. Relacionando esse valor com o emparelhamento específico das bases, os valores encontrados para as outras bases nitrogenadas foram:

- a) C = 30%; T = 30%; A = 30%  
b) C = 10%; T = 10%; A = 40%  
c) C = 30%; T = 20%; A = 30%  
d) C = 40%; T = 10%; A = 10%  
e) C = 20%; T = 30%; A = 30%

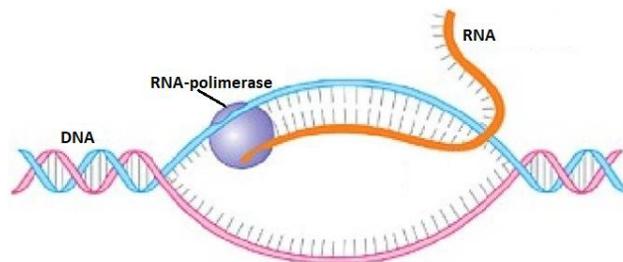
4º (Adaptado de UECE-2001) O Dogma Central da Biologia Molecular explica como o fluxo de informações do código genético ocorre nos organismos vivos. A base molecular da vida pode ser contemplada, em seus aspectos primários, no esquema abaixo:



Os números 1, 2 e 3 referem-se às substâncias químicas envolvidas, enquanto os números 4, 5 e 6 indicam setas que representam o processamento destas substâncias. Para dar sentido ao esquema, a sequência que apresenta, respectivamente, os números adequados aos termos é:

- a) 1- DNA; 2- RNA; 3- proteína; 4- transcrição; 5- tradução; 6- replicação.  
b) 1- proteína; 2- RNA; 3- DNA; 4- replicação; 5- transcrição; 6- tradução.  
c) 1- replicação; 2- DNA; 3- tradução; 4- RNA; 5- transcrição; 6- proteínas.  
d) 1- DNA; 2- RNA; 3- proteína; 4- replicação; 5- transcrição; 6- tradução.  
e) 1- RNA; 2- DNA; 3- proteína; 4- tradução; 5- replicação; 6- transcrição.

5º Na figura abaixo, ilustra a formação de uma molécula de RNA a partir de uma molécula de DNA, que atua como um molde. Esse processo é denominado de:

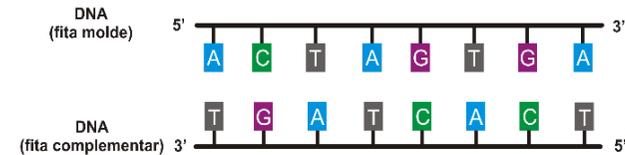


35

- a) transcrição.  
b) replicação.  
c) tradução.  
d) transcrição reversa.  
e) reprodução.

6º (Adaptado de UERJ) “Testes genéticos: a ciência se antecipa à doença. Com o avanço no mapeamento de 100 mil genes dos 23 pares de cromossomos do núcleo da célula (Projeto Genoma, iniciado em 1990, nos EUA), já é possível detectar por meio de exames de DNA a probabilidade de uma pessoa desenvolver doenças [...]” (O Globo, 10/08/1997).

Sabe-se que o citado mapeamento é feito a partir do conhecimento da sequência de bases do DNA. O esquema abaixo representa o pareamento típico de bases encontradas na dupla-fita da molécula de DNA.



De acordo com a sequência de bases do DNA da fita molde, permitirá a formação de um RNA mensageiro com a seguinte sequência de bases:

- a) TGTACCAG  
b) UGAUCACU  
c) ACUAGGAC  
d) CGTACCTA  
e) UGATGGTC

7º (Adaptado de FCM – IF Sudeste - MG) O processo de transcrição, em células eucarióticas, acontece no \_\_\_\_\_. Este processo consiste nas sínteses de uma cadeia de \_\_\_\_\_ a partir da sequência de nucleotídeos no DNA. O transcrito, \_\_\_\_\_ da célula, liga-se aos ribossomos onde acontece sua tradução e, conseqüentemente, a síntese de \_\_\_\_\_.

A sequência que preenche corretamente as lacunas do texto é:

- a) núcleo / RNAt / no citoplasma / DNA.  
b) nucléolo / RNAm / no hialoplasma / DNA.  
c) núcleo / RNAm / no citoplasma / proteínas.  
d) citoplasma / RNAm / nas cristas mitocondriais / energia.  
e) citoplasma / RNAsn / nas cristas mitocondriais / proteínas.

Dado o diagrama a seguir, que especifica os códons de RNAm que podem ser formados e os correspondentes aminoácidos que especificam, responda as questões 8º e 9º.

		Second letter				
		U	C	A	G	
First letter	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } Ser UCC } UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } <b>UAA Stop</b> <b>UAG Stop</b>	UGU } Cys UGC } <b>UGA Stop</b> UGG } Trp	U C A G
	C	CUU } Leu CUC } CUA } CUG }	CCU } Pro CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } Arg CGC } CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } Ile AUC } AUA } <b>AUG Met</b>	ACU } Thr ACC } ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } Ala GCC } GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } Gly GGC } GGA } GGG }	U C A G

8º Dada a sequência de RNAm a seguir: 5' ACG AAA GAU 3'. Usando o diagrama de códons fornecido, qual é a sequência de aminoácidos que é produzida quando este gene é traduzido?

- Thr - Asn - Glu
- Thr - Lys - Asp**
- Cys - Arg - Thr
- Cys - Lys - Glu
- Gly - Leu - Ser

9º Dada a imagem representando o Fluxo da Informação Genética, qual a sequência de aminoácidos é formada no processo de tradução do RNA mensageiro?



- Thr - Asn - Glu - Gly - Leu - Ser - Tyr.
- Phe - Met - Val - Val - Trp - Lys - Thr.**

- Trp - Thr - Tyr - Val - Cys - Lys - Glu.
- Trp - Thr - Glu - Gly - Leu - Ser - Tyr.
- Trp - Thr - Tyr - Val - Trp - Lys - Tyr.**

10º (Adaptado de PUC-SP) Através da engenharia genética foi realizado dois experimentos onde foram utilizadas células de vaga-lumes e células de um determinado vegetal. No experimento 1, foi retirado da célula do vaga-lume parte do citosol contendo algumas organelas e implantado na célula do vegetal. No experimento 2, o núcleo da célula vegetal foi substituído pelo núcleo da célula do vaga-lume. Nos dois casos obteve-se uma planta inteira a partir da célula vegetal.

Resultados dos Experimentos	
Experimento 01	Experimento 02
Após ser regada com solução de luciferina, não foram observadas alterações na planta.	Após ser regada com solução de luciferina, a referida planta começou a emitir luz.

Sabendo que a célula do vaga-lume há produção de luciferase, enzima responsável pela oxidação da substância luciferina, levando à produção de luz. Explique a diferença dos resultados obtidos dos experimentos 01 e 02.

**ANEXO — PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** O ENSINO EXPLÍCITO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA AULAS DE BIOLOGIA SOBRE FLUXO DA INFORMAÇÃO GENÉTICA

**Pesquisador:** ALISSON LUIZ DOS SANTOS

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 09807019.0.0000.5013

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.016.947