



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE BIOFÍSICA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA: utilizando
programação em blocos com o *Scratch***

MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA

BAURU/ SP

2023

MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA

**PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE BIOFÍSICA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA: utilizando
programação em blocos com o *Scratch***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa

Linha de Pesquisa: Informática na Educação em Ciências e Matemática.

BAURU/ SP

2023

S232p

Santana, Marcos Paulo da Silva

PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE
BIOFÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE
BIOLOGIA : Utilizando programação em blocos com o Scratch /
Marcos Paulo da Silva Santana. -- Bauru, 2023
148 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa

1. Pensamento Computacional. 2. Formação inicial de
professores. 3. Scratch. 4. Biofísica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 15 dias do mês de dezembro do ano de 2023, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA, intitulada **O Pensamento Computacional no Ensino de Biofísica na Formação Inicial de Professores de Biologia: utilizando programação em blocos com o Scratch**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Ciências UNESP Bauru, Profª. Drª. TACIANA PONTUAL DA ROCHA FALCÃO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Computação / Universidade Federal Rural de Pernambuco, Drª. DEYSIELLE INÊS DRAEGER (Participação Virtual) do(a) Diretoria de Ensino Região de Bauru / Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA

 Documento assinado digitalmente
WILSON MASSASHIRO YONEZAWA
Data: 15/12/2023 11:24:04-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe Márcia, que sempre conduziu e incentivou minha educação formal.

A todos os educadores apaixonados por seu ofício e que se dedicam a impactar os rumos da sociedade de forma significativa.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho. A construção desta pesquisa não teria sido concluída com sucesso sem o apoio e contribuição valiosa de muitos indivíduos excepcionais que por razões éticas não posso citá-los.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, por sua orientação sábia, dedicação, paciência e incentivo ao longo desse processo, e em nome dele, aos membros da banca examinadora, por dedicarem seu tempo e expertise na avaliação deste trabalho. Suas sugestões e comentários foram valiosos para aprimorar a qualidade desta pesquisa;

Aos meus pais, Márcia Andréa da Silva e José Antônio de Santana Filho (*in memorian*), minha irmã Ana Beatriz da Silva Santana, minha sobrinha Melissa Santana Queiroz e, em nome desses, a todos os outros componentes da minha família. Obrigado por estarem ao meu lado, não apenas nos momentos de sucesso, mas também nas horas em que o caminho parecia íngreme. Seu apoio incondicional e palavras de estímulo foram como um farol, me guiando nos momentos de incerteza;

Aos meus amigos, pois suas palavras de encorajamento e compreensão foram essenciais para superar os desafios e manter-me motivado;

À Prof^a. Dr^a. Jeine Emanuelle dos Santos Silva da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela amizade, companheirismo e incentivo desde a minha graduação na Licenciatura em Ciências Biológicas, e em nome dela, a todos os meus professores desde a educação infantil até o ensino superior. Sem eles, eu não estaria aqui hoje;

Por fim, ao Programa de Pós-Graduação de Educação para a Ciência da UNESP, campus Bauru, por proporcionar uma experiência acadêmica enriquecedora e transformadora. Este espaço de aprendizado foi fundamental para o meu crescimento profissional e pessoal.

“O sonho pela humanização, cuja concretização é sempre processo, é sempre devir, passa pela ruptura das amarras reais, concretas, de ordem econômica, política, social, ideológica, que nos estão condenando à desumanização. O sonho é assim uma exigência ou uma condição que se vem fazendo permanente na história que fazemos e que nos faz e refaz”.

Paulo Freire (1992, p. 51)

SANTANA, M. P. S. **PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE BIOFÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA:** utilizando programação em blocos com o *Scratch*, 2023. 148f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Unesp, Faculdade de Ciências, Bauru, 2023.

RESUMO

Pensamento Computacional (PC) é um conjunto de estratégias que envolvem habilidades para ensinar e aprender fundamentos da computação essencial a qualquer ser humano, podendo ser interligado a quaisquer outros temas de interesse de quem ensina ou de quem aprende. Este articula quatro dimensões que facilitam a resolução de problemas ou observação de sistemas complexos: Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico. Esta pesquisa teve como objetivo geral descrever como estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro, a partir de programação em blocos com o *Scratch*, podem desenvolver habilidades baseadas no Pensamento Computacional na representação de processos e estruturas das Membranas Biológicas na disciplina Biofísica. Os atores sociais da pesquisa (n = 13) foram divididos em três grupos para participarem de uma sequência didática dividida em sete momentos que envolviam conceitos próprios da biofísica, uso do *Scratch* e fundamentos de PC. Como atividade avaliativa final foi proposto que os estudantes desenvolvessem projetos na plataforma *Scratch* com os temas: estruturas e funcionamento das membranas biológicas, transportes através das membranas biológicas e funcionamento elétrico das membranas biológicas. A partir das evidências pudemos identificar que a habilidade de PC mais desenvolvida foi Pensamento Algorítmico. Pudemos concluir que o PC pode ser uma possibilidade para o ensino de biofísica, visto que suas habilidades podem facilitar a aprendizagem significativa pois os conteúdos dessa área têm como característica a complexidade que envolve conceitos de química, física e biologia.

Palavras-Chave: Pensamento Computacional; Formação inicial de professores; *Scratch*; Biofísica.

SANTANA, M. P. S. **COMPUTATIONAL THINKING IN BIOPHYSICS TEACHING IN THE PRE-SERVICE TEACHER EDUCATION OF BIOLOGY: using block programming with *Scratch***, 2023. 148f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Unesp, Faculdade de Ciências, Bauru, 2023.

ABSTRACT

Computational Thinking (CT) is a set of strategies that involve skills to teach and learn fundamentals of computing essential to any human being, and can be linked to any other topics of interest to those who teach or learn. This articulates four dimensions that facilitate problem solving or observation of complex systems: Abstraction, Decomposition, Pattern Recognition and Algorithmic Thinking. This research had the general objective of describing how students from a Biological Sciences Degree course at a federal public university in northeastern Brazil, using block programming with *Scratch*, can develop skills based on Computational Thinking in the representation of processes and structures of Biological Membranes in the Biophysics discipline. The social actors in the research (n = 13) were divided into three groups to participate in a didactic sequence divided into seven moments that involved concepts specific to biophysics, use of *Scratch* and CT fundamentals. As a final assessment activity, it was proposed that students develop projects on the *Scratch* platform with the themes: Structures and functioning of biological membranes, Transport through biological membranes and Electrical functioning of biological membranes. From the evidence we were able to identify that the most developed CT skill was Algorithmic Thinking. We were able to conclude that the CT can be a possibility for teaching biophysics, since its abilities can facilitate meaningful learning as the contents of this area are characterized by the complexity that involves concepts of chemistry, physics and biology.

Keywords: Computational Thinking; Pre-service teacher training; *Scratch*; Biophysics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: INTERFACE DO SCRATCH ONLINE.....	32
FIGURA 2: BLOCO DE COMANDOS DO SCRATCH (MOVIMENTO, APARÊNCIA, SOM E EVENTOS).....	33
FIGURA 3: BLOCO DE COMANDOS DO SCRATCH (CONTROLE, SENSORES, OPERADORES E VARIÁVEIS).....	34
FIGURA 4: ESPIRAL DA APRENDIZAGEM CRIATIVA.....	36
FIGURA 5: DESENHO METODOLÓGICO PARA O DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	40
FIGURA 6: FLUXO METODOLÓGICO DA PESQUISA	66
FIGURA 7: ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO CONFORME BARDIN (2011).....	73
FIGURA 8: PROJETO NO SCRATCH ILUSTRANDO A ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO.....	78
FIGURA 9: CÓDIGO DO ÍON DE POTÁSSIO	79
FIGURA 10: CÓDIGO DO ÍON DE SÓDIO	80
FIGURA 11: SOCIALIZAÇÃO DAS PRODUÇÕES DOS ESTUDANTES	87
FIGURA 12: SPRITES CRIADOS PELO GRUPO A	91
FIGURA 13: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE (GRUPO A)	92
FIGURA 14: SPRITES CRIADOS PELO GRUPO B	94
FIGURA 15: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE (GRUPO B)	95
FIGURA 16: CENÁRIOS E SPRITES CRIADOS PELO GRUPO C	97
FIGURA 17: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE QUE REPRESENTAM ÍONS (GRUPO C).....	98
FIGURA 18: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES AOS SPRITES QUE REPRESENTAM OS COMPONENTES ELÉTRICOS DA MEMBRANA (GRUPO C)	100
FIGURA 19: MAPA MENTAL: DIFERENÇAS OBSERVADAS PELA DOCENTE COMPARANDO SEMESTRES COM E SEM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	115

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: RESUMO DAS DIFERENTES DEFINIÇÕES DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL	26
QUADRO 2: QUESTÕES DE PESQUISA UTILIZADAS NO ESTUDO	41
QUADRO 3: BASES DE DADOS UTILIZADAS DA PESQUISA	42
QUADRO 4: STRINGS DE BUSCA UTILIZADAS NO ESTUDO	43
QUADRO 5: STRINGS DE BUSCA UTILIZADAS NO ESTUDO PARA PESQUISA EM ANAIS DE EVENTOS	44
QUADRO 6: CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DE TRABALHOS NA PESQUISA	45
QUADRO 7: RESULTADOS ENCONTRADOS NA BUSCA DO MSL	46
QUADRO 8: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS TRABALHOS ANALISADOS NA PESQUISA	47
QUADRO 9: DADOS COLETADOS NAS PESQUISAS E COMO FORAM ANALISADOS	53
QUADRO 10: TRABALHOS X TEMAS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS X PILARES DO PC	57
QUADRO 11: RELAÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS COM OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA A COLETA DE DADOS	68
QUADRO 12: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	69
QUADRO 13: CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	76
QUADRO 14: QUESTÕES DO ESTUDO DIRIGIDO E SUAS EXPECTATIVAS DE RESPOSTA	82
QUADRO 15: ATIVIDADE NO <i>SCRATCH</i>	84
QUADRO 16: TRANSFORMAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS EM CATEGORIAS	107
QUADRO 17: PONTUAÇÕES DOS GRUPOS POR HABILIDADE DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL	119

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PONTUAÇÃO DOS PROJETOS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES (TENDO COMO REFERÊNCIA O QUADRO 12).....	102
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD – Banco Digital de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BNC-Formação – Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica

CSTA - Computer Science Teachers Association & Machinery

ID – Identificador

IDE - Ambiente de desenvolvimento integrado

ISTE - International Society for Technology in Education

MSL – Mapeamento Sistemático de Literatura

PC – Pensamento Computacional

RBEP – Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos

RCE - Revista Ciência e Educação

RE - Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências

SBC – Sociedade Brasileira de Computação

SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação

SD – Sequência Didática

SO – Plataforma SpringOpen

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

WIE - Workshop de Informática na Educação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1.	Pergunta de Pesquisa e Objetivos.....	20
1.1.1.	Objetivo Geral	21
1.1.2.	Objetivos específicos	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1.	Pensamento Computacional: O que é e quais seus pilares?.....	22
2.1.1.	O que é Pensamento Computacional?	22
2.1.2.	Dimensões do Pensamento Computacional	28
2.2.	Programação em Blocos com o <i>Scratch</i>	31
2.3.	O Ensino de Biofísica.....	37
3	PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA.....	40
3.1.	Construindo o Mapeamento Sistemático da Literatura	40
3.2.	Resultados e discussões	45
3.2.1.	QP1: A relação dos trabalhos com o ensino das Ciências Biológicas.....	49
3.2.2.	QP2: O Contexto e objetivos dos trabalhos	50
3.2.3.	QP3: Os dados analisados e a avaliação empregada nas pesquisas.....	52
3.2.4.	QP4: Estratégias utilizadas para relacionar Pensamento Computacional e Ensino de Ciências Biológicas	54
3.2.5.	QP5: Os resultados dos trabalhos	57
3.3.	Considerações a partir dos dados analisados no MSL	59
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	61
4.1.	Abordagem, natureza e tipo de pesquisa	62
4.2.	Os atores sociais e o campo de pesquisa.....	63

4.3.	Delineamento da Pesquisa	65
4.3.1.	Instrumentos de Pesquisa e procedimentos para análises dos dados.....	67
5	ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	75
5.1.	Momento 1: Apresentações iniciais	77
5.2.	Momento 2: Introdução ao <i>Scratch</i> e a proposta de atividade	77
5.3.	Momento 3: Aulas teóricas de Biofísica	81
5.4.	Momento 4: Aprendendo a programar com o <i>Scratch</i>	83
5.5.	Momento 5: Construindo representações no <i>Scratch</i>	86
5.6.	Momento 6: Os primeiros resultados do projeto <i>Scratch</i>	87
5.7.	Momento 7: Fechamento da Sequência Didática e socialização dos projetos.....	87
6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	89
6.1.	Apresentação e análise dos Projetos <i>Scratch</i> produzido pelos estudantes	89
6.1.1.	Grupo A: Estruturas e funcionamento das membranas biológicas ..	90
6.1.2.	Grupo B: Transportes através das membranas biológicas	93
6.1.3.	Grupo C: Funcionamento elétrico das Membranas Biológicas	96
6.1.4.	Análise de evidências de desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional na construção dos projetos <i>Scratch</i>	100
6.2.	A inserção de Pensamento Computacional na disciplina de Biofísica: Uma Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) a partir das concepções e olhares da docente responsável pela disciplina.....	106
6.2.1.	Conhecendo a docente responsável pela disciplina	108
6.2.1.	Possibilidades para o ensino de Biofísica na educação superior... 108	
6.2.2.	Concepção da docente a respeito da articulação entre Pensamento Computacional e o ensino de biofísica.....	110
6.2.3.	Olhares da docente sobre a aplicação da sequência didática	112

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)..	130
	APÊNDICE B – PLANOS DE AULA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	133
	APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM A DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA BIOFÍSICA NA ÍNTEGRA.....	140
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA COM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (CAMPUS BAURU).....	145

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a incorporação de metodologias que envolvem uso de computadores na Educação Superior vem causando diversas discussões, considerando que as tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, revolucionando o modo de agir, pensar, comunicar e aprender, influenciando toda sociedade, inclusive as relações interpessoais. Conhecer os fundamentos, lógica e possibilidades proporcionadas pela computação são considerados fundamentais para pessoas no século 21, independentemente da área de estudo ou ocupação que desenvolvem (CODE, 2016). Logo, integrar conceitos básicos de computação em todos os níveis educacionais se faz necessário para favorecer conhecimentos que subsidiem o uso crítico e consciente da tecnologia da informação pelo cidadão.

Nessas circunstâncias, o Pensamento Computacional (PC) surge como uma abordagem na qual pessoas, a partir do pensamento crítico e com o uso de fundamentos da ciência da computação refletem, planejam e implementam a solução dos mais variados tipos de problemas. Liukas (2015) aponta que o PC “é executado por pessoas e não por computadores” e que “inclui o pensamento lógico, a habilidade de reconhecimento de padrões, raciocinar através de algoritmos, decompor e abstrair um problema” (*ibidem*), de forma que um computador consiga ler a solução e resolver o problema. Para a Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2019, p. 5), o PC está “presente em todas as áreas e está intrinsecamente ligado à resolução de problemas”.

Jeannette Marie Wing, pesquisadora do tema define inicialmente como “um conceito crucial na educação e que envolve resolução de problemas, projeção de sistemas e compreensão do comportamento humano, baseados nos princípios das ciências da computação” (WING, 2006). Segundo Wing (2010), “O PC descreve a atividade mental que ocorre na formulação de um problema para admitir uma solução computacional”.

Na literatura, a discussão sobre o PC é abrangente e destaca, entre outros aspectos, que a proficiência nessa habilidade pode trazer vantagens significativas em relação a diversas outras áreas do conhecimento. Mohaghegh

e McCauley (2016) enfatizaram a relevância da relação entre o PC e a educação, pois se tornou cada vez mais crucial compreender o que pode e o que não pode ser resolvido por meio de processos computacionais.

O processo para a inclusão do PC nos currículos educacionais, que se iniciou em outros países, tem sido tema de diversas pesquisas (BARBOSA e MALTEMPI, 2020). No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta o termo PC no texto introdutório do Caderno de Matemática:

Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a outros campos da Matemática (Números, Geometria e Probabilidade e Estatística), podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa.

Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. [...] Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (BRASIL, 2017, p. 271).

Em 2022 o Conselho Nacional de Educação do Brasil homologou as Normas Complementares à BNCC com o conteúdo de Computação, onde se refere ao PC como um

Conjunto de habilidades necessárias para compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e soluções de forma metódica e sistemática através do desenvolvimento da capacidade de criar e adaptar algoritmos. Utiliza-se de fundamentos da computação para alavancar e aprimorar a aprendizagem e o pensamento criativo e crítico em diversas áreas do conhecimento (CNE, 2022).

Na Biologia as habilidades do PC podem auxiliar na conceituação e abstração em vários níveis, raciocínio quantitativo, modelagem e simulação, resolução de problemas utilizando recursos computacionais ou reconhecimento de padrões, decomposição em etapas para auxiliar na resolução de problemas complexos, avaliação de riscos e prevenção de cenários de pior caso, validação cruzada, modularização de projetos e permutação e randomização (WING, 2006). Apesar disso, essa abordagem ainda é desconhecida por profissionais de algumas áreas, tal como a área de Ciências da Natureza, pois as pesquisas são

desenvolvidas e a divulgação dessa possibilidade é feita, predominantemente, pelas áreas da Matemática e da Ciência da Computação (REZENDE, SILVA e COSTA-JUNIOR, 2023).

Para que o PC seja conhecido e utilizado no ensino de Biologia, uma das possibilidades é que os professores da área, em sua formação inicial, tenham contato com esse tipo de abordagem. A Base Nacional Comum para Formação Inicial de Professores (BNC-Formação) define que nos cursos de licenciatura, os estudantes devem compreender basicamente os fenômenos digitais e do pensamento computacional, bem como de suas implicações nos processos de ensino-aprendizagem na contemporaneidade (BNC-FORMAÇÃO, 2019). Corroborando, Yadav, Stephenson e Hong (2017) colocam que

É necessária a inclusão de PC na formação inicial de professores, visto que os licenciandos primeiro precisam desenvolver os conhecimentos e habilidades sobre como pensar computacionalmente para, em seguida, como ensinar seus alunos a pensar computacionalmente. Assim, é imprescindível que estes entendam o pensamento computacional no contexto da área de temas que vão ensinar, para que tenham uma compreensão profunda de sua própria disciplina e conhecimento de como os conceitos de pensamento computacional se relacionam com o que os alunos estão aprendendo em sala de aula.

Além disso, os autores enfatizam que a inserção desse tipo de discussão nos cursos de licenciatura colocaria a esses futuros professores caminhos novos e desconhecidos, onde, em teoria, seus alunos colaborariam entre si na resolução de problemas cada vez mais complexos (*ibidem*).

A partir da discussão estabelecida sobre a necessidade de apresentar PC como potencializador no processo de ensino-aprendizagem em todas as áreas de conhecimento, mais especificamente na Biologia, nesta pesquisa foi proposto utilizar o PC a partir de uma sequência didática em uma disciplina de Biofísica no curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas em uma Universidade pública federal do nordeste brasileiro. A biofísica “é uma área interdisciplinar que utiliza os princípios e leis da Física para entender, descrever e avaliar o funcionamento dos sistemas biológicos” (CAUDURO e LÜDKE, 2017), é uma disciplina presente em diversos cursos de graduação das áreas biológicas e da saúde, onde seu currículo é adaptado a realidade de cada curso e varia ao longo das regiões no país (CORSO, 2009).

Autores apontam que o ensino dessa disciplina apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes e consequentemente suas atividades profissionais futuras (CAUDURO e LÜDKE, 2017). Um deles está relacionado aos conteúdos propriamente ditos, que muitas vezes ficam restritos somente aos conceitos da biologia, fisiologia ou física, sem as devidas relações entre eles e o mundo. Para superar esses obstáculos precisamos explorar novas tendências para o ensino de biofísica, centrado no estudante e na sua forma de aprender (AIZICZON e CUDNAMI, 2009). Nesse contexto, o PC pode oferecer não só novas estratégias de ensino, mas possibilitar que o aluno tenha formação ativa, contextual e menos isolada.

No curso campo de pesquisa, a ementa da disciplina de Biofísica conta com conteúdos como termodinâmica, biofísica das estruturas fundamentais, bioenergética, biofísica molecular, biofísica de membranas, bioeletrogênese, entre outros, e tem o objetivo de descrever os processos associados às manifestações energéticas em sistemas biológicos, suas relações com a matéria e suas implicações para os seres vivos, destacando os principais mecanismos os quais estes administram suas potencialidades adaptativas, garantindo sua sobrevivência.

Com isso pretende-se contribuir para a compreensão dos limites e possibilidades do uso de Pensamento Computacional no ensino de Biofísica, de modo a subsidiar a construção de novos olhares e práticas que potencializem e discutam o processo de inserção e uso de tecnologias nessa área de conhecimento.

1.1. Pergunta de Pesquisa e Objetivos

Dada a importância da discussão acerca do ensino de elementos da computação em todas as áreas de conhecimento, definimos a seguinte pergunta de pesquisa: *Estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas podem desenvolver habilidades de Pensamento Computacional na*

representação de processos e estruturas das Membranas Biológicas no contexto da disciplina Biofísica?

Com base nesse questionamento, apresenta-se, a seguir, o objetivo geral e os objetivos específicos que norteiam o estudo.

1.1.1. Objetivo Geral

Descrever como estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro, a partir de programação em blocos com o *Scratch*, podem desenvolver habilidades baseadas no Pensamento Computacional na representação de processos e estruturas das Membranas Biológicas na disciplina Biofísica.

1.1.2. Objetivos específicos

- Apresentar aos estudantes e docente as bases, definições e dimensões do Pensamento Computacional;
- Desenvolver atividades utilizando programação em blocos no aplicativo *Scratch*, e avaliar as evidências de desenvolvimento de habilidades de Pensamento Computacional pelos estudantes durante a execução.
- Identificar limites e possibilidades da utilização do Pensamento Computacional no ensino de Biofísica na educação superior.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após apresentar em uma perspectiva mais geral do que se trata a pesquisa, o problema de pesquisa e os objetivos gerais e específicos, esta seção disserta sobre as definições e bases do Pensamento Computacional, a articulação entre Pensamento Computacional ao Ensino de Ciências Biológicas com base em um Mapeamento Sistemático de Literatura e apresenta o contexto do ensino de Biofísica no Brasil.

2.1. Pensamento Computacional: O que é e quais seus pilares?

No mundo, atualmente é difícil imaginar que existam seres humanos que vivem em grandes cidades ou centros metropolitanos, localizados em sociedades democráticas, leigos em computação “[...] já que, em qualquer atividade profissional, haverá pelo menos o uso de tecnologias da informação atrelada a um raciocínio computacional” (FRANÇA et al., 2014). Conhecer os fundamentos, lógica e possibilidades proporcionadas pela computação são considerados fundamentais para preparar as pessoas para o século 21, independentemente da área de estudo ou ocupação que irão desenvolver (CODE, 2016). Logo, o ensino de conceitos básicos de computação desde os primeiros anos da educação escolar se faz necessário para fornecer conhecimentos que subsidiem o uso crítico e consciente da tecnologia pelo cidadão. A seguir, apresentamos as definições do Pensamento Computacional dos principais autores pesquisadores do tema e os quatro pilares que o sustentam, conforme estabelecido pela *Computer at School* (CSIZMADIA et al., 2015).

2.1.1. O que é Pensamento Computacional?

Compreendemos Pensamento Computacional (PC) como habilidade para ensinar e aprender fundamentos da computação essencial a qualquer ser

humano, podendo ser interligado a quaisquer outros temas de interesse de quem ensina ou de quem aprende.

Os primeiros relatos na literatura sobre PC datam da década de 1970, onde no artigo “*Twenty things to do with a computer*”, Seymour Papert e Cynthia Solomon (PAPERT e SOLOMON, 1972), explanam ideias que remetem ao tema, porém sem citar diretamente o termo. Em 1980, Papert no livro “*Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*” que trata da possibilidade do uso de computadores no ensino de crianças usa o termo “*Computational Thinking*” pela primeira vez (PAPERT, 1980, p. 182), trazendo uma perspectiva próxima da ideia difundida atualmente sobre PC, mas sem maiores investigações ou qualquer mobilização com relação a ele. Anos depois o autor pontua:

[...] inventei maneiras de tirar vantagens educacionais da oportunidade de dominar a arte de deliberadamente pensar como um computador, de acordo, por exemplo, com o estereótipo de um programa que é executado de maneira seriada, literal e mecânica. Há situações em que esse estilo de pensamento é apropriado e útil. Algumas das dificuldades das crianças em aprender matérias formais como gramática ou matemática devem-se à sua incapacidade de entender a utilidade deste estilo de pensamento (PAPERT, 1988, p. 44).

Em 2006, o termo emerge em um artigo escrito por Jeannette Marie Wing, onde aponta que esta seria uma habilidade essencial a todas as pessoas, independente se envolvida ou não com a computação e suas vertentes (WING, 2006, 2008, 2010, 2014), porém desta vez causando grande repercussão no meio científico e educacional. A autora arrola, ao longo de sua obra algumas definições para o que seria PC: inicialmente define como combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação usados como uma metodologia para resolver problemas; e uma distinta forma de pensamentos com conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e para entender o comportamento humano, habilidade fundamental para todos (WING, 2006). Wing (2008), explica a amplitude do PC aproximando-o e refletindo a forma de pensar na matemática e na engenharia, apontando que este “baseia-se nos fundamentos da Matemática, porém é limitado pela física do equipamento em um nível inferior”; e “utiliza a base da Engenharia desde a interação com o mundo real, porém pode-se construir mundos virtuais sem se preocupar com as limitações físicas” (*ibid.*).

Em 2010, Wing elucida o conceito de Pensamento Computacional como “processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e as suas soluções de modo que as mesmas são representadas de uma forma que pode ser eficazmente executada por um agente de processamento de informações” (WING, 2010). Quatro anos mais tarde, em sua mais recente definição, complementa que “são os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e que expressam sua solução ou soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possa realizar” (WING, 2014) e traz a ideia de que essa abordagem seria a “automação da abstração”.

Outros autores também definem o que seria PC. Bundy (2007) e Nunes (2011) compreendem PC como habilidades comumente utilizadas na criação de programas computacionais, como uma metodologia para resolver problemas específicos nas mais diversas áreas. Para o Google for Education (2015) é “uma abordagem usada para a solução de problemas utilizando o que se sabe sobre Computação”. A The Royal Society do Reino Unido (FURBER, 2012) define como “o processo de reconhecer aspectos da computação em um mundo que nos cerca e, aplicar ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para entender e argumentar sobre sistemas e processos naturais e artificiais”. Para Philips (2008), “a essência do pensamento computacional é pensar acerca de dados e de ideias e combinar estes recursos para resolver problemas”.

A Computer Science Teachers Association e Machinery (CSTA) classifica PC como:

uma abordagem para resolver problemas de uma forma que possa ser implementado com a ajuda de um computador. Os estudantes podem então tornar-se não apenas meros utilizadores, mas os construtores das ferramentas de trabalho. Eles usam um conjunto de conceitos, tais como abstração, recursão e iteração para processar e analisar os dados e a partir daí, criar artefatos reais e virtuais. Esta metodologia de resolução de problemas inerente ao pensamento computacional, pode ser automatizada, transferida e aplicada a outras disciplinas (2012, p.4).

A International Society for Technology in Education (ISTE) com colaboração da a Computer Science Teachers Association (CSTA) e aprovação de mais de 700 docentes da área de informática e computação, em 2011 divulga a “definição operacional”, uma lista de características para descrever o PC que

incluem a formulação de problemas, a organização e a análise de dados, o uso de abstrações, a automação de soluções usando o pensamento algorítmico com eficiência e a solução generalizada para resolver uma ampla gama de problemas:

O Pensamento Computacional é um processo de resolução de problemas que inclui (mas não está limitado a) as seguintes características:

- Formulação de problemas de forma que nos permita usar um computador e outras ferramentas para nos ajudar a resolvê-los;
- Organização e análise lógica de dados;
- Representação de dados através de abstrações, como modelos e simulações;
- Automatização de soluções através do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas);
- Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos;
- Generalização e transferência deste processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas.

Essas habilidades são apoiadas e reforçadas por uma série de qualidades ou atitudes que são dimensões essenciais do PC. Essas qualidades ou atitudes incluem:

- Confiança em lidar com a complexidade;
- Persistência ao trabalhar com problemas difíceis;
- Tolerância para ambiguidades;
- A capacidade de lidar com os problemas em aberto;
- A capacidade de se comunicar e trabalhar com outros para alcançar um objetivo ou solução em comum (CSTA/ISTE, 2011).

Em 2016 o ISTE define PC como “desenvolver e empregar estratégias para entender e resolver problemas de forma a aproveitar o poder dos métodos tecnológicos para desenvolver e testar soluções”. Contudo, apesar dos esforços de pesquisadores de todos os continentes do planeta no estudo e definição do tema, pelo fato deste ter emergido recentemente, considera-se que seu conceito está em construção, em constante discussão e evolução, não havendo uma

definição formal padrão que traga consenso a todos os pesquisadores sobre o que de fato caracteriza PC (KALELIOĞLU, GÜLBAHAR e KUKUL, 2016).

Como pode-se observar, diferentes autores (quadro 1) relacionam PC à habilidade de resolver problemas, sejam eles cotidianos ou na computação.

QUADRO 1: RESUMO DAS DIFERENTES DEFINIÇÕES DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL

AUTOR	ANO	DEFINIÇÃO
Wing	2006	“a combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação define uma metodologia para resolver problemas, denominada Pensamento Computacional” e “uma distinta forma de pensamentos com conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e para entender o comportamento humano, habilidade fundamental para todos”.
	2008	“baseia-se nos fundamentos da Matemática, porém é limitado pela física do equipamento em um nível inferior” e “utiliza a base da Engenharia desde a interação com o mundo real, porém pode-se construir mundos virtuais sem se preocupar com as limitações físicas”.
	2010	“processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e as suas soluções de modo que as mesmas são representadas de uma forma que pode ser eficazmente executada por um agente de processamento de informações”.
	2014	“são os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e que expressam sua solução ou soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possa realizar”.
Furber (Sociedade Real do	2012	“o processo de reconhecer aspectos da computação em um mundo que nos cerca e, aplicar ferramentas e técnicas da Ciência da

Reino Unido)		Computação para entender e argumentar sobre sistemas e processos naturais e artificiais”.
Google for Education	2015	“uma abordagem usada para solução de problemas utilizando o que se sabe sobre Computação”.
Liukas	2015	“pensar nos problemas de forma que um computador consiga solucioná-los”, é “executado por pessoas e não por computadores. Ele inclui o pensamento lógico, a habilidade de reconhecimento de padrões, raciocinar através de algoritmos, decompor e abstrair um problema”.
Csizmadia et al.	2015	“fornece uma estrutura poderosa para o estudo da computação e sua aplicação é ampla indo além da própria computação. É o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos cerca aplicando ferramentas e técnicas da computação para entender e raciocinar sobre questões naturais, sociais, processos e sistemas artificiais. Permite que alunos resolvam problemas dividindo estes em partes menores solucionáveis, criando algoritmos para resolvê-los”.
International Society for Technology in Education	2016	“desenvolver e empregar estratégias para entender e resolver problemas de forma a aproveitar o poder dos métodos tecnológicos para desenvolver e testar soluções”.
Conselho Nacional de Educação/ Ministério da Educação do Brasil	2022	“Conjunto de habilidades necessárias para compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e soluções de forma metódica e sistemática através do desenvolvimento da capacidade de criar e adaptar algoritmos. Utiliza-se de fundamentos da computação para alavancar e aprimorar a aprendizagem e o pensamento criativo e crítico em diversas áreas do conhecimento”.

Fonte: O autor (2023).

Na última década observa-se que a maioria das pesquisas sobre a inserção do PC em processos de ensino-aprendizagem foi focando na educação básica (FRANÇA e TEDESCO, 2015) devido a possibilidade de agregá-lo com disciplinas preexistentes no currículo desse nível de ensino como, por exemplo, a biologia.

2.1.2. Dimensões do Pensamento Computacional

A *Computer at School* (CSIZMADIA et al., 2015) estabelece os chamados “Quatro Pilares do Pensamento Computacional”, que são Pensamento Algorítmico; Decomposição; Generalização (Reconhecimento de Padrões); e Abstração:

Pensamento algorítmico (ou algoritmos), considerado por Wing (2014) como o pilar que agrega todos os outros, “é o componente do PC que traz a programação para o domínio do PC, ou seja, repetir sequências de código” (VICARI, MOREIRA e MENEZES, 2018). É apontado por Sentance e Csizmadia (2017) como um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções claras que são necessárias para a construção ou solução de um problema. Liukas (2015) considera que é “um conjunto de passos específicos usado para solucionar um problema”.

Poderíamos comparar algoritmos a uma receita de bolo: existem bolos mais simples de se construir, como um bolo de banana e bolos mais complexos, que necessitam de vários processos para que apresente o resultado pretendido, como um bolo de casamento. Independente se o confeitoiro constrói um bolo simples ou um bolo complexo, ele deve seguir um passo-a-passo predefinido para que tenha um resultado satisfatório. Algoritmo é uma abstração de um processo que recebe uma entrada que executa uma sequência finita de passos, e produz uma saída que satisfaça um objetivo específico. Ao serem utilizados, seguirão sempre os mesmos passos pré-definidos, ou seja, podem ser repetidos quantas vezes forem necessários, para a solução de um mesmo problema. É necessário que cada passo seja executado em um tempo finito.

Na biofísica, poderíamos exemplificar como algoritmo o processo de transmissão de sinais entre neurônios, que obedecem a fases específicas: o neurônio recebe um estímulo, que altera a polaridade da célula e ativam os canais iônicos de voltagem-dependente para gerar um potencial de ação (despolarização), que se propagam até as terminações desse neurônio, quando o estímulo é passado para a(s) próxima(s) célula(s).

Decomposição é o processo de fracionar um problema em “partes menores” que sejam mais fáceis de compreender e resolver, otimizando assim sua solução. Liukas (2015) coloca que programadores utilizam frequentemente essa técnica para dividir um algoritmo em pedaços menores, para facilitar sua compreensão e manutenção. Para Csizmadia et al. (2015), essa técnica da decomposição possibilita resolver problemas complexos de forma mais simples, facilita a compreensão de novas situações e possibilita projetar sistemas de grande porte. Em um código-fonte, pode-se exemplificar a decomposição através de funções, procedimentos, objetos, módulos, entre outros.

Podemos considerar as fases da transmissão de sinais entre neurônios como partes do problema para compreender como, por exemplo, meu cérebro recebe um estímulo causado por uma queimadura na minha pele, ou uma picada de pernilongo. É preciso compreender como essas fases funcionam e que sempre acontecem desencadeando um processo em cadeia para que essa informação saia da minha pele e chegue ao meu cérebro para que seja interpretada, e logo em seguida emita uma resposta.

Reconhecimento de padrões (ou generalização), é uma forma de otimizar a solução de problemas, onde se faz o uso de soluções aplicadas em problemas similares e com base em experiências anteriores. Para Liukas (2015), o Reconhecimento de Padrões é uma forma de encontrar similaridades e padrões com o intuito de resolver problemas complexos de forma mais eficiente. Para isso, procura-se por elementos que sejam iguais ou muito similares em cada problema. Esse elemento é uma das bases da automação. Automatizar é mecanizar as abstrações, e as relações entre níveis de abstrações, algoritmos que são responsáveis pela solução de algum problema específico podem ser adaptados para resolver uma variedade de problemas similares. A automação é

possível se são associados significados precisos às abstrações. Ela permite que algum tipo de máquina auxilie na solução dos problemas (VICARI, MOREIRA e MENEZES, 2018).

Reconhecer um tipo de neurônio e diferenciá-lo de outros é possível a partir do reconhecimento de padrões. Existem três tipos de células neuronais: neurônios sensoriais, que levam o estímulo dos receptores ao sistema nervoso central, neurônios motores, que levam o estímulo do sistema nervoso central aos órgãos executores, e neurônios associativos, que ligam os neurônios motores aos sensitivos e são encontrados no sistema nervoso central. Portanto, se eu me deparo com um neurônio e sei da função dele, sou capaz de reconhecer de que tipo ele é, e o contrário também pode ser feito levando em consideração a mesma lógica.

Já a abstração é, de acordo com Wing (2006), o conceito mais importante do Pensamento Computacional, pois o processo de abstrair é utilizado em diversos momentos, tais como: na escrita do algoritmo e suas iterações; na seleção dos dados importantes; na escrita de uma pergunta; na alteridade de um indivíduo em relação a um robô; e/ ou na compreensão e organização de módulos em um sistema. Liukas (2015) define a abstração como um processo de separação de detalhes que não são necessários para poder se concentrar em coisas que são importantes. Ou seja, é o processo de tornar um problema mais compreensível através da redução de detalhes desnecessários. Na abstração deve-se escolher o detalhe certo a esconder para que o problema fique mais fácil, sem perder tudo o que é importante. Uma parte fundamental para que isso funcione é escolher uma boa representação de um sistema (CSIZMADIA et al., 2015).

Para que o indivíduo possa compreender o processo de transmissão de sinais no sistema nervoso, precisamos abstrair detalhes morfológicos, fisiológicos, químicos, bioquímicos e biofísicos, que dependendo do seu objetivo, seriam elementos que não somariam (ou somariam pouco) ao seu aprendizado.

2.2. Programação em Blocos com o *Scratch*

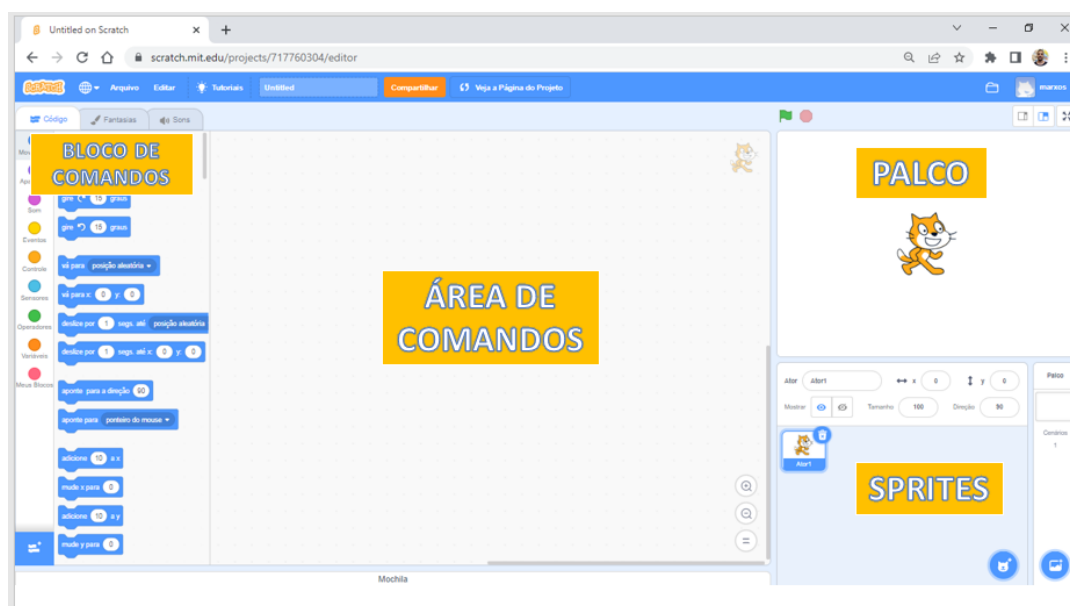
Scratch é um ambiente de programação em blocos desenvolvido pelo *Lifelong Kindergarten Group* no *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) que segue a linha dos trabalhos desenvolvidos por Papert com a linguagem LOGO¹, tendo as mesmas funcionalidades do ambiente, porém, com uma interface gráfica mais intuitiva e mais atrativa para crianças com a utilização de blocos no conceito *drag-and-drop* (arrastar e largar), oportunizando ao estudante utilizar conceitos básicos de programação, para a construção de programas de acordo com a sua imaginação.

A interface gráfica do ambiente online² (figura 1) é dividida em quatro partes: Palco (onde os objetos são inseridos e onde é possível ver os resultados da programação criada); Sprites (onde estão os atores que fazem parte do projeto); Blocos de comandos (onde estão a lista de categorias e blocos de comandos); e Área de comandos (local em que os comandos são conectados e editados).

¹ A linguagem LOGO foi desenvolvida na década de 60 no MIT em Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, pelo educador matemático Seymour Papert. Esta propõe facilitar a comunicação entre usuário e o computador, voltada para o ambiente educacional. É proposto que o estudante seja ativo na construção do seu conhecimento, desenvolvendo sua capacidade intelectual.

² Disponível em <http://Scratch.mit.edu/>.

FIGURA 1: INTERFACE DO SCRATCH ONLINE



Fonte: O autor (2023), adaptado de <https://Scratch.mit.edu/projects/editor>.

Com o design dos comandos inspirado no Lego, programar no *Scratch* significa conectar os blocos numa determinada sequência. Os blocos só podem ser encaixados se houver uma relação sintática entre eles, assim não é preciso aprender a sintaxe da linguagem para poder programar.

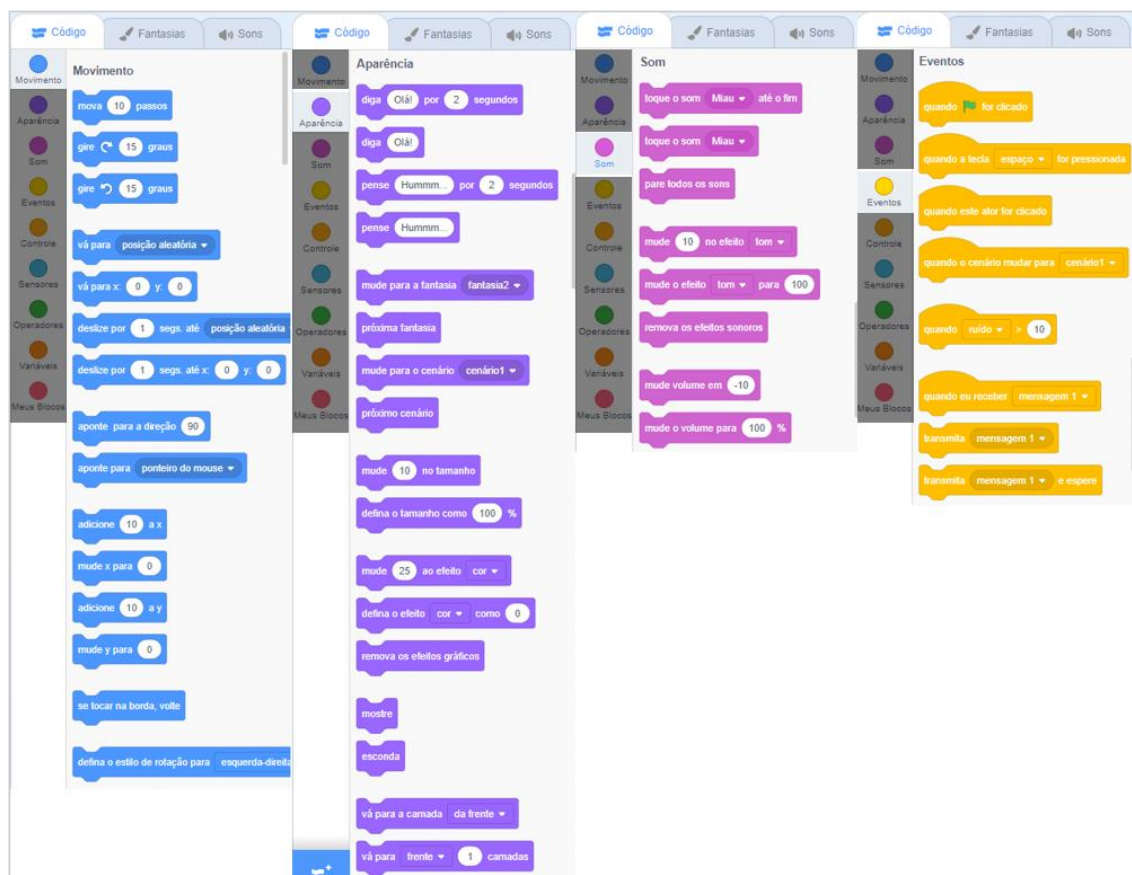
Com isso, o *Scratch* possibilita

[...] por meio dos comandos movimento, aparência, som, caneta, controle, sensores, operadores e variáveis os recursos essenciais para realizar operações matemáticas, construções de figuras geométricas, alterar as coordenadas cartesianas, raciocínio lógico através do comando 'se, senão' e movimentos dos objetos. Pode-se desenvolver a criatividade de dentro do software, como por exemplo, criações de programas que sistematizam simultaneamente animações, músicas, manejo de mídias, sons e gráficos (SANTOS-FILHO, 2020, p. 80).

No Bloco de Comandos, o código é organizado em blocos conforme sua categoria sintática diferenciada por cores. Os comandos de movimento são coloridos de azul escuro, com eles os usuários podem movimentar os objetos programáveis (sprites). Os comandos de aparência, em roxo, podem alterar a aparência de sprites, mudar cenários e executar efeitos gráficos (como balões de pensamento e fala). Os comandos de som, na cor rosa, controlam o áudio e

o volume das criações. Os eventos, blocos de cor amarela, iniciam a execução de um código (sequência de comandos). Podemos vê-los na figura 2:

FIGURA 2: BLOCO DE COMANDOS DO SCRATCH (MOVIMENTO, APARÊNCIA, SOM E EVENTOS)

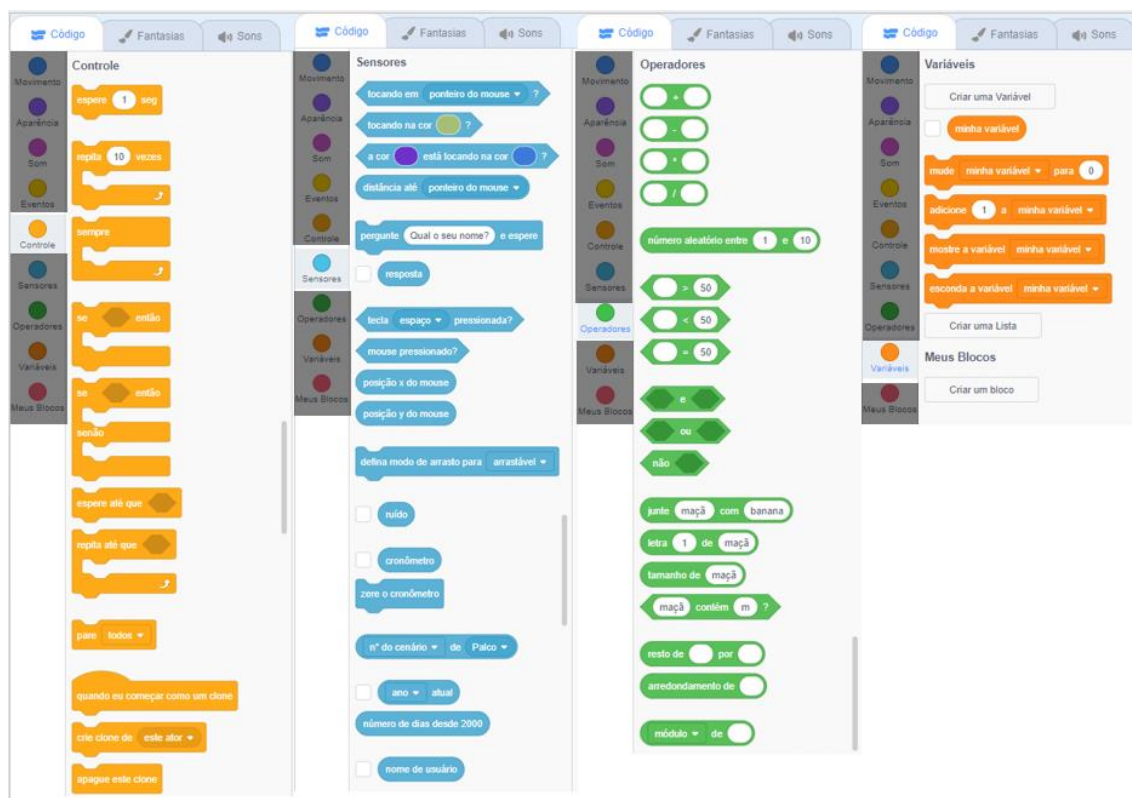


Fonte: O autor (2023), adaptado de <https://Scratch.mit.edu/projects/editor>.

Conforme observa-se na figura 3, os blocos alaranjados mais claros são referentes a comandos de controle. Eles podem repetir a execução de um código, gerar condições lógicas para a execução ou não de um código, criar ou eliminar clones de atores, finalizar a execução de um código e forçar um tempo de espera entre a execução de dois comandos. Os sensores são controlados pelos blocos azuis claros, podendo detectar condições de hardware e software. As operações matemáticas e numéricas são controladas pelos comandos de operadores, na cor verde. Criar, armazenar ou acessar variáveis numéricas ou

não e gerar listas de variáveis são possíveis graças aos controles de variáveis (blocos laranja-escuros).

FIGURA 3: BLOCO DE COMANDOS DO SCRATCH (CONTROLE, SENSORES, OPERADORES E VARIÁVEIS)



Fonte: O autor (2023), adaptado de <https://Scratch.mit.edu/projects/editor>.

Além dos blocos descritos há a possibilidade de criar processos personalizados e armazená-los em “meus blocos”.

Alguns comandos possibilitam que os usuários usem “argumentos”, que são espaços onde podem inserir informações numéricas, textuais, booleanas, lógicas entre outras. Os argumentos são uma estratégia do *Scratch* para diminuir o número de blocos.

O *Scratch* constitui-se como um dos recursos mais empregados para promover o ensino de programação de computadores, sendo utilizado nas

disciplinas do currículo básico como matemática e ciências naturais, e para a introdução da computação em cursos de graduação (BOE et al., 2013; ELOY et al., 2017). Segundo Zoppo, o software

É acessível a um público inexperiente em linguagens de programação, e erros de sintaxe são difíceis de acontecer, pois é mais intuitivo, uma vez que a comunicação entre quem está programando e o computador se dá por meio de arrastar e soltar os blocos com encaixe das peças. Caso as peças não se fixem é sinal de que a programação não está adequada. (ZOPPO, 2017, p. 67).

França (2020), observa que é mais comum realizar o ensino através de computação com ambientes de programação visuais. Esse ambiente promove o pensamento computacional e as habilidades de resolução de problemas, ensino criativo e aprendizagem, autoexpressão e colaboração além de equidade em computação além disso, é um instrumento gratuito e está disponível em mais de 70 idiomas, tendo em 2021, 113 milhões de projetos criados (SCRATCH, 2022). A Fundação *Scratch* também pontua que

O *Scratch* é utilizado nas instituições escolares, de diversos níveis (desde a escola primária à universidade), em variadas disciplinas (como Matemática, Biologia, História, Idiomas, entre outros). O projeto *Scratch* instaurado em 2003, recebeu o apoio da National Science Foundation, assim como de outras instituições, como a Fundação Intel, Microsoft, Fundação LEGO, Fundação Code-to-Learn, Google, Dell, entre outras (SCRATCH, 2022).

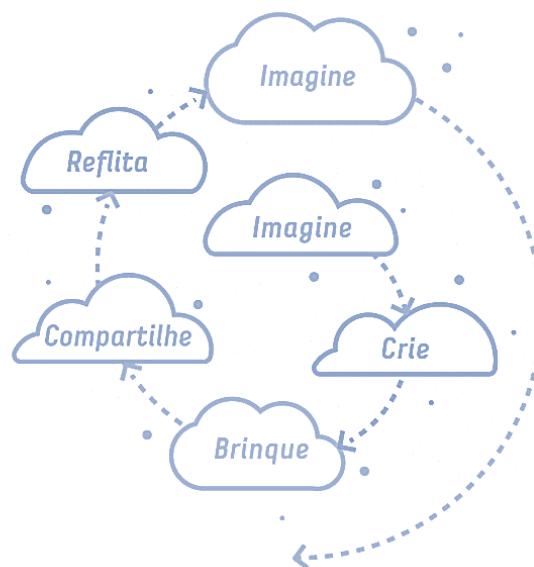
Bers e Resnick (2015) o definem como uma linguagem de programação introdutória, que encoraja a criatividade na construção de projetos interativos, o que pode facilitar e/ ou encorajar a participação de jovens e adultos no universo das tecnologias digitais. Para Maloney et al. (2010), o *Scratch* tem como um de seus principais propósitos a introdução da programação a indivíduos sem experiência prévia. A adoção de uma linguagem de blocos visuais, a estrutura da interface e a abordagem para lidar com erros foram concebidas para atingir a esse objetivo.

Oliveira (2009, p. 17), aponta:

O software *Scratch* oferece também uma possibilidade de uso da internet no compartilhamento de produções em espaços virtuais, beneficiando assim a atual geração de serviços on-line, caracterizada por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para interação nos processos de construção do conhecimento.

Segundo (RESNICK et al., 2009), o design e as características do software podem torná-lo mais fácil de usar, mais significativo e mais social que outros ambientes de programação. Conforme aponta o autor (2014), o *Scratch* segue os princípios da Espiral da Aprendizagem Criativa³ (figura 4), onde o processo educacional não é linear, mas segue uma sequência dinâmica. Inicialmente, o usuário deve imaginar o que deseja criar, depois passa para a fase de construção, explorando materiais e ideias. Durante esse processo é importante brincar e fazer experimentos. Em seguida, faz-se o compartilhamento das criações com os outros usuários para refletir sobre o processo de aprendizagem. Essa reflexão o leva de volta à fase de imaginação, formando assim uma espiral contínua. Importante ressaltar que os passos da espiral não precisam ser rigidamente sequenciais; as pessoas podem saltar de um para outro conforme avançam nos projetos.

FIGURA 4: ESPIRAL DA APRENDIZAGEM CRIATIVA



Fonte: O autor (2023), adaptado de Resnick (2014).

³ A aprendizagem criativa, proposta por Mitchel Resnick, tem suas bases no construcionismo de Seymour Papert. O construcionismo, por sua vez, foi inspirado pelas ideias de pensadores como Piaget e Paulo Freire.

A tese de Resnick (2014) é que à medida que há progresso na espiral da aprendizagem criativa, os usuários aprofundam o conhecimento em temas relevantes e desenvolvem habilidades significativas. Além disso, exercitam a capacidade de conceber, planejar e implementar ideias que tenham importância pessoal e para a comunidade.

O desenvolvimento do *Scratch* segue a lógica dos quatro “Ps” da aprendizagem criativa: projeto, paixão, pares e pensar brincando (RESNICK, 2020). O software tem base em princípios de design que visam torná-lo mais flexível, relevante e propício a interações sociais com relação a outros ambientes de programação.

2.3. O Ensino de Biofísica

A Biofísica é baseada em um contexto de interdisciplinaridade que se fundamenta em leis e conceitos da Física para compreender, descrever processos e explicar determinadas questões anatômicas e fisiológicas do funcionamento de sistemas biológicos. Nas universidades, a Biofísica é inserida nos cursos da área das ciências naturais e da saúde, como uma disciplina, que busca nas relações fundamentais da Física, subsídios para o entendimento do corpo humano e suas interações, a fim de proporcionar e adequar tratamentos mais eficazes e completos (CAUDURO e LÜDKE, 2017).

Pelo contexto interdisciplinar, a Biofísica desenvolveu subáreas específicas de estudos e pesquisa, tais como: a Biomecânica, Bioóptica, Bioeletricidade, Biofísica das Radiações, das Membranas entre outras (GARCÍA, 1998). Contudo, Cauduro (2014) constatou que num universo de mais de 2000 artigos analisados por ela numa revisão de literatura sobre a área de Biofísica, apenas nove deles eram voltados para a discussão sobre o ensino de Biofísica. Destes, cinco são textos teóricos e quatro propostas de abordagens de conteúdo.

Para Glaser (1996), teórico da área e autor de um livro didático dedicado ao ensino da área, não se resume a “física para biólogos” ou “métodos de física aplicados à biologia”, mas um ramo da ciência que conduz um novo enfoque no conhecimento de funções biológicas. Durán (2011) afirma que conceitos da química e física podem ser úteis para resolver o problema da incerteza de generalizações quantitativas na reprodução de experiências nos procedimentos da biologia, pois as observações experimentais, que requerem justificativas bastante detalhadas para se chegar a generalizações quantitativas, exigem um conhecimento dos fundamentos dos cálculos vetorial, diferencial e integral e de vários princípios da física. O autor pontua:

Na biofísica são estudados em escala macro e microscópica os fenômenos [...] que envolvem organismos vivos e, em nível molecular, os comportamentos resultantes dos vários processos da vida, além da interação e da cooperação entre os sistemas altamente organizados de macromoléculas, organelas e células (Durán, 2011, prefácio V).

Portanto compreender esses fundamentos depende da capacidade, principalmente, de abstração e reconhecimento de padrões por parte dos estudantes que, para isso, dependem dos conhecimentos dos conteúdos de física, incluindo a ausência da noção real de estruturas atômicas tridimensionais e conceitos eletrônicos e de energia.

Para Morin (2015), as limitações impostas pelo modelo cartesiano e sistêmico por si só não resolveria os problemas, porém contribuiria como ajuda na estratégia de se solucioná-los quando vistos como complementares. Mariotti (2000) diz que o pensamento complexo possibilita aos homens e mulheres perceber que cada coisa é simultaneamente causa e efeito, e isso os leva a refletir em ciclos que se influenciam mutuamente ampliando o significado de suas conclusões. Logo, pilares do PC podem contribuir para a compreensão de conceitos relacionados a biofísica, induzindo o pensamento complexo e a noção de múltiplos fatores para o entendimento do funcionamento desses fenômenos.

Como exemplo disso, pode ser concebido no livro “Biofísica Básica” de Heneine (1991), que traz a reflexão sobre a composição do universo, com uma abstração que vai do micro ao macrocosmo com alguns conceitos fundamentais, como: matéria, energia, espaço e tempo, afirmando: os seres vivos pertencem

ao Universo, são compostos por Matéria, utilizando o metabolismo produzem Energia, e estão situados no Tempo e Espaço, logo compõem este arranjo complexo.

Cauduro e Lüdke (2017), em uma revisão de literatura, levando em consideração trabalhos publicados sobre o ensino de biofísica entre os anos de 2004 e 2016, relatam que o este apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes e consequentemente suas atividades profissionais futuras e que

A disciplina de Biofísica geralmente é estudada nas universidades e apresenta diversos problemas. Entre eles destacamos a falta de materiais de apoio aos professores, de profissionais qualificados para ministrar essa disciplina e por consequência disso, de relações entre os conteúdos, que muitas vezes ficam restritos somente à Biologia ou somente à Física (*ibidem*).

Um dos profissionais designados a apresentar aspectos iniciais de Física aos estudantes da educação básica são os licenciados em Ciências Biológicas. Porém, pesquisas trazem a discussão de que a formação inicial desses professores é insuficiente em relação à definição de conceitos da física que seria necessária para um exercício profissional com bons resultados (MOREIRA et. al., 2018).

Esta discussão pode ser corroborada pelos resultados de Cauduro e Lüdke (2017), sendo necessária a criação de estratégias didáticas que atraiam mais a atenção desses licenciandos, e um caminho para isso é a integração de metodologias que articulem os conteúdos da disciplina ao cotidiano dos estudantes e às tecnologias. Nessa perspectiva, o Pensamento Computacional poderia se tornar uma alternativa para a articulação entre processos ativos de ensino e esta disciplina, por abordar o uso de tecnologias e habilidades para resolução de problemas.

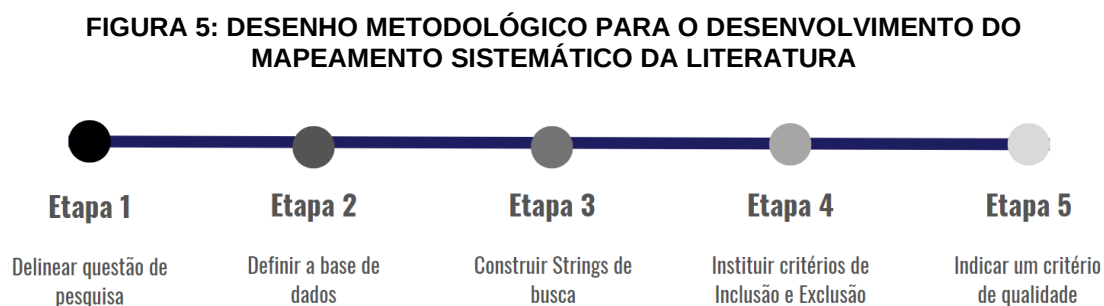
3 PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Nesta seção será apresentado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), que apresenta pesquisas que abordam o uso de PC no Ensino de Ciências Biológicas.

Para Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015), os estudos de MSL são projetados para dar uma visão geral de uma área de pesquisa através da classificação e contagem de contribuições em relação às categorias dessa classificação. Pesquisas dessa natureza também possibilitam elencar onde esses estudos estão sendo publicados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; KITCHENHAM et al., 2010). Dessa forma, o MSL foi escolhido para que, de forma exploratória possa-se compreender o contexto e as estratégias usadas por estes pesquisadores na discussão entre PC e conceitos próprios da natureza.

3.1. Construindo o Mapeamento Sistemático da Literatura

Para desenvolver o MSL, nos baseamos no protocolo estabelecido por Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015), seguindo o fluxo da figura 5:



Fonte: O autor (2023).

Na etapa inicial definimos questões de pesquisa (quadro 2) que visam nortear nossa exploração. O objetivo dessas questões é facilitar a compreensão do que cada trabalho se dedicou a estudar, permitindo que estas informações fiquem armazenadas de forma organizada para posterior discussão.

QUADRO 2: QUESTÕES DE PESQUISA UTILIZADAS NO ESTUDO

IDENTIFICAÇÃO (ID)	QUESTÃO
QP1	Como o trabalho se relaciona com o Ensino de Ciências Biológicas?
QP2	Qual o contexto e objetivo dos trabalhos?
QP3	Quais os dados coletados e como foram analisados?
QP4	Quais são as estratégias utilizadas para relacionar Pensamento Computacional e Ensino de Ciências Biológicas?
QP5	Quais os resultados do trabalho?

Fonte: O autor (2023).

Quanto à base de dados, definiu-se que a pesquisa se daria levando em consideração bancos de dados que se correlacionam com a temática Ensino e Pensamento Computacional. Foram considerados Teses e Dissertações defendidas em Programas de Pós-graduação brasileiros, artigos completos publicados em periódicos científicos integrantes da plataforma “Periódicos Capes” (<https://www.periodicos.capes.gov.br>) que são avaliados na área Multidisciplinar subárea Ensino, editorados e/ou fornecidos pela Scielo ou ACM Digital Library, revisados por pares, sendo Qualis A1 ou A2 na classificação do quadriênio 2017-2020, artigos científicos disponíveis na plataforma

“SpringerOpen” (<https://www.springeropen.com/>) e resumos expandidos publicados em anais de eventos científicos organizados pela SBC.

Nessa perspectiva, foram escolhidas as seguintes bases de dados (quadro 3):

QUADRO 3: BASES DE DADOS UTILIZADAS DA PESQUISA

TIPO DE PRODUÇÃO	BASE DE DADOS
Teses e Dissertações	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
Publicações em periódicos científicos	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos (RBEP)
	Revista Ciência e Educação (RCE)
	Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências (RE)
	Plataforma SpringOpen (SO)
Publicações em eventos científicos	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)
	Workshop de Informática na Educação (WIE)

Fonte: O autor (2023).

Observamos que a Revista Brasileira de Ensino de Física se encaixa nos critérios de escolha estabelecidos, porém não foi considerada pelo fato de não ter como um de seus focos o ensino das ciências biológicas.

Após essa etapa, construímos as *strings* de busca. Esse tipo de mecanismo permite que, de forma mais reduzida e otimizada, se realizem buscas em bancos de dados. Para isso utilizamos parênteses, aspas duplas e conectores como OR e/ou AND unindo os termos para que possamos ter retorno apenas dos dados que estamos pesquisando. Nesta pesquisa utilizamos termos em português e em inglês com a finalidade de encontrar produções escritas nessas duas línguas (Quadro 4).

QUADRO 4: STRINGS DE BUSCA UTILIZADAS NO ESTUDO

IDIOMA	CONFIGURAÇÃO DA <i>STRING</i>
PT	("ciências biológicas" OR "biologia") AND ("pensamento computacional" OR "computational thinking" ⁴)
EN	("biological sciences" OR "biology") AND ("Computational Thinking")

Fonte: O autor (2023).

Vale salientar que, como no site dos eventos da SBC apresentam apenas os títulos dos trabalhos, a pesquisa inicialmente não apresentou retorno. Para sanar esta questão, precisamos adaptar as *strings* de busca (quadro 5). A partir dos resultados destas pesquisas fizemos uma triagem dos trabalhos que se supriam inicialmente de forma positiva o critério de inclusão 1 a partir da leitura dos resumos dos textos.

⁴ O termo "Computational Thinking" apesar de estar em língua inglesa, foi considerado na string de busca em língua portuguesa pelo fato de notar-se que alguns autores, apesar de escreverem seus trabalhos em português, também fazem uso o termo em inglês em seus resumos e palavras-chave.

QUADRO 5: STRINGS DE BUSCA UTILIZADAS NO ESTUDO PARA PESQUISA EM ANAIS DE EVENTOS

IDIOMA	CONFIGURAÇÃO DA <i>STRING</i>
PT	("ciências biológicas" OR "biologia" OR "pensamento computacional" OR "computational thinking")
EN	("biological sciences" OR "biology" OR "Computational Thinking")

Fonte: O autor (2023).

Posteriormente, instituímos critérios de inclusão e exclusão para refinar a pesquisa de forma que fossem analisados apenas trabalhos que se encaixem em seus parâmetros, conforme quadro 6.

QUADRO 6: CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DE TRABALHOS NA PESQUISA

TIPO	ID	DESCRIÇÃO
Inclusão	I1	Trabalhos que sejam sobre o ensino de ciências biológicas e pensamento computacional.
	I2	Trabalhos publicados entre 2018 e 2022.
	I3	Trabalhos publicados em periódicos, eventos científicos, dissertações ou teses.
	I4	Trabalhos escritos em Português ou Inglês.
Exclusão	E1	Trabalhos duplicados.
	E2	Trabalhos que sejam revisão de literatura.
	E3	Trabalhos que não apresentam o texto completo.

Fonte: O autor (2023).

Para aprimorar os resultados, indicamos como critério de verificação de qualidade trabalhos que não descrevessem ou se referissem a experiências correlacionando pensamento computacional e ensino de ciências biológicas em seu resumo ou *abstract*, ou objetivos confusos ou mal definidos não seriam analisados.

3.2. Resultados e discussões

Com base nos critérios estabelecidos, apresentamos a seguir a quantidade de trabalhos encontrados e analisados, bem como discussões feitas

acerca das conclusões apresentadas pelos autores objetivando responder às questões de pesquisa (quadro 2).

Nesse sentido, enunciamos a síntese dos resultados encontrados (quadro 7) nas bases de dados a partir das *strings* de busca, critérios de inclusão e exclusão e critério de verificação de qualidade:

QUADRO 7: RESULTADOS ENCONTRADOS NA BUSCA DO MSL

BANCO DE DADOS	QUANTIDADE DE RESPOSTAS A STRING DE BUSCA	QUANTIDADE APÓS OS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	QUANTIDADE APÓS CRITÉRIO DE VERIFICAÇÃO QUALIDADE
BDTD	1	0	0
RBEP	0	0	0
RCE	0	0	0
RE	0	0	0
SO	23	17	3
SBIE	64	0	0
WIE	57	3	2
Total de trabalhos a serem considerados			5

Fonte: O autor (2023).

Com esses dados podemos observar que nos periódicos analisados, apenas o da SBC apresentou retornos a *string* de busca. O BDTD apresentou apenas uma tese que contempla os termos da pesquisa, porém não foi considerada por não ser contemplada pelo recorte temporal estabelecido. Apesar do SBIE retornar 64 trabalhos inicialmente, nenhum contemplava o ensino de ciências biológicas.

No quadro a seguir (quadro 8) referenciamos os trabalhos a serem considerados na nossa análise de dados:

QUADRO 8: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS TRABALHOS ANALISADOS NA PESQUISA

CITAÇÃO	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	ID	LINK DE ACESSO
ALMEIDA, CASTRO e GADELHA (2019)	Almeida, T., Castro, T., e Gadelha, B. (2019). Um Relato de Experiência sobre o Uso do Pensamento Computacional para Potencializar o Ensino de Ciências na Rede Básica de Ensino. In <i>Anais do XXV Workshop de Informática na Escola</i> , (pp. 657-666). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/cbie.wie.2019.657	T1	https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13214
OLIVEIRA, OLIVEIRA e ANDRADE (2019)	Oliveira, K., Oliveira, M., e Andrade, M. (2019). Pensamento Computacional, Robótica e Educação: um Relato de Experiência e Lições Aprendidas no Ensino Fundamental I. In <i>Anais do XXV Workshop de Informática na Escola</i> , (pp. 1279-1283). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/cbie.wie.2019.1279	T2	https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13301
JACKSON et al. (2022)	Jackson, D.W., Cheng, Y., Meng, Q. et al. "Smart" greenhouses and pluridisciplinary spaces: supporting	T3	https://diser.springeropen.com/articles/

	adolescents' engagement and self-efficacy in computation across disciplines. <i>Discip Interdiscip Sci Educ Res</i> 4 , 6 (2022). https://doi.org/10.1186/s43031-022-00046-1		10.1186/s43031-022-00046-1
TUCKER-RAYMOND et al. (2019)	Tucker-Raymond, E., Puttick, G., Cassidy, M. et al. "I Broke Your Game!": critique among middle schoolers designing computer games about climate change. <i>IJ STEM Ed</i> 6 , 41 (2019). https://doi.org/10.1186/s40594-019-0194-z	T4	https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-019-0194-z
CENTURY, FERRIS e ZUO (2020)	Century, J., Ferris, K.A. e Zuo, H. Finding time for computer science in the elementary school day: a quasi-experimental study of a transdisciplinary problem-based learning approach. <i>IJ STEM Ed</i> 7 , 20 (2020). https://doi.org/10.1186/s40594-020-00218-3	T5	https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-020-00218-3

Fonte: O autor (2023).

A partir da análise destes artigos, podemos compreender o contexto e as estratégias utilizadas por estes pesquisadores na discussão entre PC e o ensino das ciências biológicas. Nos itens seguintes apresentamos o detalhamento dos aspectos dos trabalhos relacionados às QPs.

3.2.1. QP1: A relação dos trabalhos com o ensino das Ciências Biológicas

O T1 apresenta um relato de experiência com o uso do *Scratch*, cujo foco foi apresentar bases de programação utilizando PC no ensino de ecologia. Os autores observam a necessidade de integrar informática ao cotidiano e ao currículo escolar, visto o amplo uso de instrumentos tecnológicos, como computadores, na sociedade e que a escola deve preparar seus estudantes para conviverem nesse contexto.

T2, utilizando como metodologia a resolução de problemas, relaciona ondas sonoras emitidas por ultrassônico viabilizado no kit LEGO *Mindstorms* a um sistema de sonar próprio da natureza que é a ecolocalização utilizada por pássaros, morcegos e golfinhos, conteúdo que é abarcado pelos objetivos de conhecimento de Ciências Naturais do 3º ano do ensino fundamental anos iniciais da BNCC, nas habilidades:

(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo; e (EF03CI06) Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.), (BNCC, 2017, p. 337).

T3 com o uso de conhecimentos de fisiologia vegetal, e em parceria com professores de Ciências Ambientais, estimulou que estudantes projetassem, montassem e codificassem miniaturas de estufas “inteligentes” automatizadas.

Tucker-Raymond et al. (2019, T4), com a criação de um jogo digital sobre clima e mudanças climáticas, apresentaram o uso de tecnologia e design a estudantes da 8ª série. As mudanças climáticas estão entre os indicadores do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável – ODS (UNESCO, 2017) “objetivo 13 – Ação contra a mudança global do clima”, e são amplamente discutidas no ensino de ciências biológicas desde a educação infantil até o ensino superior.

T5 relata a experiência de um curso chamado Time4CS⁵, que a partir de disciplinas regulares para alunos do ensino fundamental (Língua Inglesa, Matemática, Ciências Naturais e Artes, especificamente), apresenta conceitos relacionados à ciência da computação. Os professores (em formação) destas disciplinas eram treinados para a inserção de conceitos de tecnologia em suas aulas. Os autores relatam que usaram no módulo de ciências naturais temas referentes à área de ecologia, como por exemplo, impactos da inserção de espécies exóticas em um ecossistema ao qual ela não é natural. A partir destes temas os professores estimulavam os alunos a pensar em soluções para solucionar esses problemas como se fossem ecólogos executando um plano de manejo de espécies.

Com isso, podemos observar que a maior parte dos estudos analisados buscam unir conceitos de tecnologia ao conteúdo visto na parte de ecologia na área de ciências biológicas. Schuhmacher, Slomp e Schuhmacher (2022), consideram as habilidades do PC um instrumento importante no processo de conscientização ambiental, pois

permite a criação de modelos (abstrações) e auxilia na exploração (decomposição) *in situ* dos diversos ambientes existentes dentro de um ecossistema (algoritmo), o que facilita entender o inter-relacionamento (padrões) dos componentes bióticos e abióticos que ocorrem em um ambiente natural (*Ibidem*).

Contudo, observamos uma lacuna quando levamos em consideração trabalhos que envolvem fisiologia humana ou animal ou trabalhos que tenham como foco o ensino de conceitos relacionados a biofísica especificamente no recorte temporal do estudo.

3.2.2. QP2: O Contexto e objetivos dos trabalhos

T1 teve como principal objetivo estimular a transdisciplinaridade utilizando lógica de programação no ensino de ciências naturais desenvolvendo atividades modulares que exercitam o pensamento lógico de estudantes de 6º ano do

⁵ Sigla para: Tempo para Ciência da Computação (tradução livre da língua inglesa).

ensino fundamental anos finais de uma escola pública de Manaus (AM), utilizando como tema aspectos relacionados à ecologia. Já Oliveira, Oliveira e Andrade (2019, T2), com o objetivo de desenvolver uma prática interdisciplinar, unem conceitos matemáticos, científicos e tecnológicos na compreensão de como funciona a ecolocalização em mamíferos. A metodologia foi aplicada para dez alunos do 4º ano do ensino fundamental anos iniciais de uma escola pública municipal de Vila Velha (ES).

De acordo com T3, sob a ótica da *Self-efficacy theory*⁶ (BANDURA, 1977, 1993, 2001, 2006), com uma abordagem pluridisciplinar, teve o objetivo de estimular o interesse dos estudantes em artes, biologia, computação, engenharia, física e tecnologia a partir da colaboração entre si na construção de uma estufa “inteligente” e automática. O estudo se deu no nordeste estadunidense, com 199 alunos da disciplina ciências ambientais da oitava série.

T4 explora o papel da crítica em duas salas de aula de ciências da 8ª série de duas escolas nos Estados Unidos da América, nas quais os alunos se envolveram na crítica e criação de jogos de computador sobre o tema sistemas climáticos e mudanças climáticas, com a finalidade de torná-los pessoas que atuam como criadores de conteúdo e interlocutores em assuntos de tecnologia, não apenas como consumidores de conteúdo. Foram campos de estudo duas turmas em escolas públicas separadas, onde foram utilizados de 17 a 28 dias na aplicação do estudo.

A pesquisa T5 se dá a partir de um curso para alunos de 3ª a 5ª series do ensino fundamental em escolas públicas norte-americanas, onde o principal objetivo é integrar conceitos da ciência da computação a temas relacionadas a disciplinas regulares do currículo K12⁷, com a finalidade de diminuir o problema

⁶ Self-efficacy theory é frequentemente descrita como a "ponte" entre a teoria tradicional de aprendizagem (behaviorismo) e a abordagem cognitiva. Isso porque ele se concentra em como os fatores mentais (cognitivos) estão envolvidos na aprendizagem.

⁷ Termo usado nos Estados Unidos da América para referir-se ao período (12 anos) que compreende o percurso do Ensino Fundamental ao Ensino Médio no sistema educacional do país.

da competição por tempo que ocorre entre essas disciplinas. Os autores atuaram como formadores de professores das áreas de linguagem, matemática, artes e ciências naturais.

Os artigos analisados trazem uma tendência a adotar uma metodologia interdisciplinar que pode ser definida como um ponto de cruzamento entre atividades (disciplinares e interdisciplinares) com lógicas diferentes (LEIS, 2015). Ela tem a ver com a procura de um equilíbrio entre a análise fragmentada e a síntese simplificadora (JANTSCH e BIANCHETTI, 2002). Também abordam a ideia de multidisciplinaridade com a ideia de justaposição de disciplinas (ALMEIDA-FILHO, 1997) e transdisciplinaridade que, para Nicolescu (1999), “diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina”, cujo objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento. Essas perspectivas corroboram com o que diz Royal Society (2012, p.29) sobre PC:

O Pensamento Computacional é o processo de reconhecer os aspectos da computação no mundo que nos rodeia e aplicar as ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para entender e raciocinar sobre os sistemas e processos naturais e artificiais.

Reconhecer a possibilidade de integrar PC às práticas cotidianas, inclusive as disciplinas tradicionais no currículo, é um ponto comum entre os objetivos destas pesquisas.

3.2.3. QP3: Os dados analisados e a avaliação empregada nas pesquisas

Conhecer os dados coletados e como eles foram analisados se faz necessário para compreender como a pesquisa nesse contexto foi elaborada e quais as particularidades metodológicas na abordagem escolhida por cada pesquisador. Dessa forma, o quadro 9 sintetiza quais aspectos foram levados em consideração no levantamento de dados e sua avaliação nos trabalhos analisados:

QUADRO 9: DADOS COLETADOS NAS PESQUISAS E COMO FORAM ANALISADOS

ID	COLETA E ANÁLISE DE DADO(S)
T1	Com o uso de entrevistas, houve a coleta de evidências do estímulo ao pensamento algorítmico nos estudantes e como essas atividades contribuíram para o ensino de ciências naturais com base na comparação das notas do bimestre anterior e posterior a aplicação da metodologia apresentada.
T2	Os autores observaram a experiência dos estudantes na resolução dos problemas propostos e as avaliações se deram pela observação, diálogo, interação, cooperação, interação, pesquisas direcionadas a cada conteúdo e habilidade de analisar criticamente e colaborativamente todo o processo ao longo do projeto.
T3	Os autores analisaram e avaliaram entrevistas em áudio e vídeo, notas de campo, captura de telas em vídeo e amostras de trabalhos produzidos pelos estudantes.
T4	As evidências consideradas foram observação e gravação de aulas, conversas informais com estudantes e professores, capturas de telas e ao final, como avaliação foi criado um grupo focal.
T5	Century, Ferris e Zuo (2020, T5) fizeram uso de Modelagem Linear Hierárquica para examinar as possíveis diferenças nos resultados de interesse entre alunos. Os trabalhos produzidos pelos alunos foram analisados pelos textos escritos ao longo dos módulos e apresentações orais.

Fonte: O autor (2023).

As cinco pesquisas relatam experiências com o ensino de ciências naturais na educação básica, mais precisamente no ensino fundamental anos iniciais e finais. O pilar do PC mais analisado é o Pensamento Algorítmico, que nesse contexto está associado a resolução de problemas, em como os alunos criam estratégias para chegar a uma solução.

Instrumentos avaliativos variados são utilizados para verificar se as expectativas dos pesquisadores foram atingidas. Em comum na maioria das pesquisas observamos que foi adotada uma avaliação própria a partir de uma intervenção, são elas: observação do grupo, de como os alunos se integram e interagem para chegar ao objetivo comum. Nota-se também que os pesquisadores fazem uso de gravações de áudio e vídeo, de entrevistas e produções dos estudantes com ou sem apresentação oral para chegar a uma conclusão.

3.2.4. QP4: Estratégias utilizadas para relacionar Pensamento Computacional e Ensino de Ciências Biológicas

Inicialmente Almeida, Castro e Gadelha (2019, T1) relatam que foram utilizadas metodologias com base na computação desplugada, visto que a disponibilidade de computadores, smartphones e tablets na escola era limitada. Nos primeiros contatos com os estudantes o foco foi discutir conceitos de computação como algoritmos, linguagem binária e programação, utilizando exemplos simples com problemas do cotidiano dos estudantes apresentando o uso de raciocínio lógico na resolução desses problemas. Após isso, realizou-se oficina de computação desplugada envolvendo raciocínio lógico, com atividades envolvendo o próprio corpo dos estudantes.

Na etapa seguinte da pesquisa, os autores relatam que fizeram uma entrevista com os estudantes a fim de selecionar 20 para um curso de aprofundamento em computação utilizando como base algoritmos de programação em blocos e pensamento lógico. No total os autores articularam em nove aulas as bases de computação citadas com uso de computação desplugada e *Scratch* com conceitos das ciências biológicas como ecologia com o uso de temas relacionados a cadeia alimentar e fluxo de energia nos ecossistemas.

T2 propõe a montagem de um Drive Basic⁸ do LEGO Mindstorms EV3 interligado a um sensor digital ultrassônico, capaz de gerar ondas sonoras e de ler sua frequência, detectando e medindo a distância entre os objetos, unindo conceitos matemáticos a investigação de como algumas espécies de mamíferos, através da ecolocalização, desviam de obstáculos. A comparação do funcionamento do sonar LEGO com estruturas anatômicas de mamíferos engloba a perspectiva de abstração, quando observam-se fatores anatômicos relacionados à recepção de ondas sonoras pelos animais, reconhecimento de padrões, quando relacionam peças do sonar a estruturas relacionadas a ecolocalização desses mamíferos, pensamento algorítmico e decomposição quando os estudantes e pesquisadores montam o Drive Basic LEGO Mindstorms EV3.

Jackson et al. (2022, T3), narram que o Innovation in Urban Science Education (IUSE) lab desenvolveu o software, hardware e instruções da estufa inteligente, em paralelo os autores elaboraram uma sequência didática para apresentar o funcionamento do microcontrolador Wio Link, no ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Espy para a linguagem de programação MicroPython e em uma variedade de componentes adicionais (sensores de luz, sensores de temperatura e umidade sensores, faixas de luz, ventiladores, etc.).

Para a construção da estufa, os estudantes deveriam ter conhecimento da fisiologia das plantas manjerição, alface e coentro, compreendendo os fatores que envolvem o crescimento dessas plantas como luz, umidade e temperatura, e com base nesses conhecimentos escolher qual desses vegetais iria ser plantado na estufa. Os autores relatam que utilizaram dez aulas de 56 minutos no desenvolvimento da atividade. Além do mais, explicitam que projetaram a atividade da estufa inteligente para ajudar os alunos a integrar o pensamento e as práticas computacionais com conceitos básicos em várias disciplinas de ciências.

⁸ O LEGO Mindstorms EV3 é uma plataforma versátil de robótica que permite aos usuários construir e programar seus próprios robôs. Drive Basic é um tipo de robô construído pelos pesquisadores.

T4 utilizou o *Scratch* para que os estudantes criassem um jogo digital sobre Mudanças Climáticas, dando enfoque ao pensamento algorítmico. Os alunos inicialmente fizeram a crítica de alguns jogos já existentes no *Scratch* sobre mudanças climáticas e posteriormente criaram seu próprio jogo.

T5 a partir do curso Time4CS, inclui módulos com lições para abordar os padrões da área de conteúdo em ciências naturais, como necessidades básicas dos seres vivos, fluxo de energia em um ecossistema e interdependência, estudos sociais (por exemplo, governos locais e estaduais e engajamento cívico) e PC (por exemplo, crowdsourcing, sequenciamento, condicionais, eventos, funções, programação, depuração e modelos/simulações). O curso usa como plataforma de formação principal o Code.org e o *Scratch*, articulando temas geradores da área de ecologia. Os estudantes são estimulados a resolver problemas relacionados a esse contexto dentro dessas plataformas de formação.

T1, T4 e T5 usam ambientes de programação online que adotam uma estratégia composta por traços lúdicos, ambientação amigável e programação através de blocos para articular ciências biológicas à ciência da computação. Estes trabalhos usam o *Scratch* como plataforma, que possibilita a pessoas elaborar animações, histórias interativas ou jogos, tornando fácil a combinação de gráficos, imagens, fotos, música e som. Esse ambiente permite o uso da ludicidade, que pode se tornar atrativo ao público-alvo dessas pesquisas (alunos do ensino fundamental), estimula a criatividade, o trabalho colaborativo, e a pensar de forma sistemática na solução de problemas. T5 além do *Scratch*, utiliza a plataforma Code.org, que é direcionado ao público iniciante, composta por jogos educacionais capazes de desenvolver aspectos cognitivos, afetivos, físico-motor e morais, além de servirem como ferramenta pedagógica para o processo de ensino e aprendizagem (BATISTA e DIAS, 2012).

T2 e T3 encadeiam biologia a tecnologia através da montagem de estruturas. Essa estratégia possibilita que os estudantes evoluam de meros utilizadores ou executores de determinados programas e passar a ser criadores, através do Pensamento Algorítmico. Este faz com que os alunos pensem, planejem e expressem soluções em diferentes passos de forma a encontrar uma

saída mais eficiente e eficaz de resolver um problema (RESNICK, 2012). T3, pela complexidade da atividade proposta, faz uso de outros algoritmos para chegar a seu objetivo. No quadro 10, podemos observar o foco dos trabalhos, quanto o tema da área de Ciências Biológicas abordado e os pilares do PC trabalhados:

QUADRO 10: TRABALHOS X TEMAS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS X PILARES DO PC

TRABALHO (ID)	TEMA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS ABORDADO	PILARES DO PC			
		PENS. ALGORÍT.	DECOM- POSIÇÃO	REC. DE PADRÕES	ABSTRA- ÇÃO
T1	Ecologia (Cadeia alimentar e teias tróficas)	X		X	
T2	Biologia animal (Ecolocalização)	X	X	X	X
T3	Fisiologia Vegetal	X	X	X	X
T4	Mudanças climáticas	X			
T5	Ecologia (Ecossistemas)	X	X	X	X

Fonte: O autor (2023).

3.2.5. QP5: Os resultados dos trabalhos

Os resultados trazidos por T1 mostram que os estudantes com base na observação dos autores e por meio das entrevistas, se sentiram confortáveis

durante as atividades, e desenvolveram soluções criativas que se concretizaram em diferentes versões de cadeias alimentares utilizando diferentes seres vivos que estão classificados dentro os cinco reinos biológicos, relacionando o conteúdo teórico das aulas de ciências com elementos computacionais na programação pelo *Scratch*. Enfatizam que o fato de não existir a preocupação com a sintaxe de uma linguagem de programação tradicional, e que a ferramenta apresenta os conceitos de programação sob a forma de quebra-cabeças, possibilitou que não houvesse desmotivação por parte dos estudantes. Também observa-se que 80% dos estudantes apresentaram crescimento nas notas quando comparados o bimestre anterior ao início do projeto e o bimestre em que o projeto ocorreu.

Para Oliveira, Oliveira e Andrade (2019, T2),

a relevância de atividades associadas ao uso de robôs possibilita um ambiente repleto de descobertas que envolvem desde a construção da Drive Basic, quanto a formação crítica e social dos discentes que, na tentativa de solucionar problemas do dia a dia, ampliam seu desenvolvimento psicomotor e cognitivo.

Apontam também que com o uso de tecnologia e interdisciplinaridade, podemos promover um ambiente atraente para a experimentação, resolução de problemas e melhor compreensão do conteúdo das disciplinas tradicionais do ensino básico.

Os pesquisadores de T3 apontam que parte dos estudantes se sentiram interessados e estimulados para a construção da estufa, contudo outra parte se mostrou frustrada, visto a complexidade do hardware e software da estrutura, o que tornava a solução do problema complicada. Expõem também que os professores das equipes envolvidas no experimento se sentiam mais integrados uns aos outros ao passar do tempo na execução do experimento.

Tucker-Raymond et al. (2019, T4) mostram que discutir ciências por meio de *design* de jogos se mostrou eficaz. Os alunos aprenderam sobre mudanças climáticas e design de jogos por meio do *Scratch* com argumentação e construção de sentido a partir da reflexão sobre esse tema. Apontam que os estudantes apresentaram entendimento de elementos do PC considerando a experiência do usuário ao entender *bugs* nos programas e sugerir modificações.

Segundo os autores, os professores se mostraram receptivos à integração desse tipo de dinâmica com uso de tecnologia em suas aulas.

T5 destaca que os professores que passaram pelo processo de formação foram capazes de levar bases de ciências da computação para seus alunos, e que atividades transdisciplinares focadas em resolução de problemas se mostraram viáveis para a integração de conceitos de tecnologia a disciplinas básicas do currículo escolar. Os autores relatam que o uso desse tipo de estratégia de ensino beneficiou academicamente os estudantes.

3.3. Considerações a partir dos dados analisados no MSL

A partir do Mapeamento Sistemático de Literatura podemos analisar trabalhos, dentro dos parâmetros estabelecidos, que discutem e expõem experiências que correlacionam o Ensino de Ciências Biológicas e as habilidades do Pensamento Computacional.

Com isso, podemos verificar que a maior parte dos trabalhos busca desenvolver as habilidades do PC a partir de conceitos e situações que envolvem aspectos ecológicos e de educação ambiental. Verifica-se também a tendência dessas pesquisas em utilizar uma abordagem metodológica pautada na interdisciplinaridade, devido a possibilidade de integrar o PC no ensino de diversas áreas de conhecimento. Os estudos foram feitos majoritariamente em turmas com alunos do ensino regular, mas apresenta-se também uma experiência com profissionais da educação, ou seja, as metodologias aplicadas vão desde a educação básica à cursos de formação continuada de professores. A partir da análise dos dados, observamos que nenhum dos trabalhos considerados relatam experiências na educação superior ou mesmo na formação inicial de professores.

Os dados constituídos pelos autores emergiram a partir da experiência em sala de aula com a observação do diálogo, interação, integração e cooperação dos formandos. Observa-se também que os pesquisadores fazem uso de gravações de áudio e vídeo, de entrevistas e produções dos estudantes. As

análises se deram de diversas formas, mas todas tem em comum uma análise qualitativa.

Para correlacionar os conteúdos de Ciências Naturais com PC, os formadores fazem a utilização de estratégias plugadas e desplugadas. Três dos cinco trabalhos analisados utilizam o *Scratch* como plataforma de ensino, justificando o uso pelo fato do software permitir o uso da ludicidade, o que pode se tornar atrativo a pessoas sem aptidão em manusear dispositivos utilizando conceitos próprios da ciência da computação, estimular a criatividade, o trabalho colaborativo, e a pensar de forma sistemática na solução de problemas. Um dos trabalhos também utiliza a plataforma Code.org que segue o mesmo raciocínio do *Scratch*.

Os autores defendem que o PC pode ser um facilitador no processo de ensino-aprendizagem quando unido ao ensino de ciências biológicas, favorecendo a interação dos conceitos de natureza com suas dimensões provocando no sujeito a organização do seu pensamento amparado em noções subsunçoras num processamento de significação do conhecimento a ser construído.

Com isso, constatamos a necessidade de estimular a discussão sobre pensamento computacional no ensino de ciências pela quantidade ínfima de artigos publicados que unem estas áreas; a ausência de trabalhos sobre PC em revistas de referência na área Multidisciplinar/ Ensino da Capes; e a inexistência de trabalhos que relatam experiências na formação inicial de professores de biologia.

A partir destas constatações propomos desenvolvimento de uma sequência didática dentro de um curso de formação inicial de professores de ciências biológicas com o objetivo de apresentar aos formandos o que é Pensamento Computacional e como ele pode contribuir para sua formação discente, integrando o leque de possibilidades de ensino de conceitos relacionados a biofísica com o uso do *Scratch*.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A metodologia é composta pelos métodos, técnicas e materiais que utilizaremos para alcançarmos os objetivos propostos na introdução e responder a problemática da pesquisa. De acordo com Minayo (2004), a metodologia inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a compreensão do contexto investigado e o potencial criativo de quem o faz. Para Paviani, (2013, p. 12):

[...] metodologia refere-se, em primeiro lugar, à orientação dos meios em vista de um fim, isto é, ao caminho escolhido, em segundo lugar, às regras, aos instrumentos, às técnicas, aos procedimentos adotados para obter dados, informações, evidências e, em terceiro lugar, aos processos de descrição e análise, de síntese, de explicação, de compreensão e de interpretação, sejam esses processos lógicos, dialéticos e/ou hermenêuticos. O método, portanto, refere-se aos recursos estratégicos, aos modos de conhecer e ao tipo de linguagem e de concepção ontológica, tipificados, sob a perspectiva do conhecimento, nos modos analíticos, dialéticos e hermenêuticos.

Gatti (1999) ainda esclarece que as escolhas metodológicas não pertencem a um roteiro fixo, são referências. Elas, de fato, são definidas e construídas na prática no exercício do “fazer pesquisa”. Portanto, embora apresentemos aqui alguns caminhos possíveis para a construção dos dados, estes estão sempre em construção durante a pesquisa.

Dessa forma, para melhor esclarecermos os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa que tem por objetivo responder a pergunta *O Pensamento Computacional pode contribuir para o ensino-aprendizagem em biofísica na formação inicial de professores de biologia?*, estruturamos esta seção de modo a apresentar qual abordagem e tipo de pesquisa seguiremos, o campo de pesquisa, bem como as escolhas dos instrumentos utilizados na constituição e coleta de dados e procedimentos de análise adotados.

Esta pesquisa foi analisada e aprovada (anexo A) pelo Conselho de Ética na Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” via

Plataforma Brasil e encontra-se protocolada na plataforma sob CAAE⁹ 69769523.0.0000.5398. O modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos atores sociais da pesquisa está apresentado no Apêndice A.

4.1. Abordagem, natureza e tipo de pesquisa

Devido ao caráter desse projeto de pesquisa utilizaremos uma abordagem qualitativa, uma vez que se trata de um estudo detalhado de um determinado fato, objeto, grupo de pessoas, ator social ou fenômenos da realidade (OLIVEIRA, 2007). Esta abordagem não se restringe apenas à adoção de uma teoria ou método, mas permite, ao contrário, adotar uma multiplicidade de procedimentos, técnicas e pressupostos teóricos, prezando, evidentemente, pela coerência teórica e metodológica. Para Motta (2003, p. 108), em uma pesquisa qualitativa em processos educacionais, importa “captar como os atores sociais se expressa sobre si mesmos e as suas experiências, além de descrever suas visões pessoais, que são os aspectos fundamentais do processo qualitativo da busca, análise e interpretação dos dados”.

Este trabalho possui uma natureza exploratória (GIL, 2017), baseado em um estudo de caso. O estudo de caso, contribui de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos (YIN, 2001). Para Lüdke e André (1986), o estudo de caso tem por objetivo a descoberta. Nosso foco é compreender todo o processo, como os atores sociais desta pesquisa vivenciaram este fenômeno, não apenas o resultado quantitativo da experiência.

⁹ Certificado de Apresentação de Apreciação Ética – é a numeração gerada para identificar o protocolo de pesquisa que entra para apreciação ética no CEP.

4.2. Os atores sociais e o campo de pesquisa

Nesta pesquisa, adotamos o anonimato da instituição de ensino, bem como dos docentes e estudantes que participaram dela, por solicitação da docente responsável pelo acolhimento da pesquisa.

Os atores sociais foram 12 estudantes e uma docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal brasileira localizada no município de Recife, estado de Pernambuco. A seleção de alunos para a pesquisa foi feita com base no critério: estar matriculado no componente curricular Biofísica.

A universidade campo de estudo é uma instituição centenária, com atuação proeminente no estado de Pernambuco e região. Com a preocupação de formar profissionais que atendessem as demandas da Educação Básica, a universidade criou em 1976 o Curso de Licenciatura em Ciências, contudo, nos anos de 1980 ocorreu uma reformulação neste curso, surgindo suas respectivas habilitações. Surgiram, então, quatro novos cursos de Licenciatura: Física, Química, Matemática e Ciências Biológicas. No início do milênio vivenciou um ciclo de expansão de suas atividades com a criação de cursos de graduação em sua Sede, e de Unidades Acadêmicas, através do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais.

O curso de Licenciatura em Ciências Biológicas iniciou suas atividades em 1989, com a finalidade de formar futuros professores para atuarem no ensino fundamental e médio, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico de Pernambuco. Recentemente o curso passou por uma reformulação adequando o PPC do curso às novas demandas do mercado e da sociedade quanto à formação profissional em um contexto moderno e inovador, com abrangência local, regional e nacional, também se adequando à BNCC (2017).

Dentro de seus componentes curriculares existem núcleos de conhecimento. A Biofísica está enquadrada no Núcleo de Conhecimentos Específicos, junto a outras disciplinas, como: Biologia Celular, Genética Básica, Anatomia Humana Básica e Fisiologia Humana e Saúde. Dentro da Matriz

Curricular do Curso, a disciplina está localizada no quinto período (de 10), possui uma carga-horária de 60 horas/ aula, divididas em 45 horas teóricas e 15 horas práticas. Neste núcleo de conhecimento, divide espaço com Química para o ensino de Biologia e Fisiologia Vegetal, dentre outras, porém, apesar de estar em meados do curso, não possui pré-requisitos curriculares para a matrícula, possibilitando alunos de qualquer período anterior ou posterior ao 5º período se matricular.

Em sua ementa, o objetivo de ensino é compreender a relação entre os conceitos da física e suas aplicações aos sistemas biológicos; conhecer grandezas físicas e suas unidades de medidas; discutir dinâmica, termodinâmica e estruturas fundamentais; apresentar biofísica das soluções, radiobiologia, eletrobiologia, processos adaptativos, ondulatória, biofísica dos fluidos e mecânica respiratória; e compreender o funcionamento de fenômenos biofísicos das membranas biológicas.

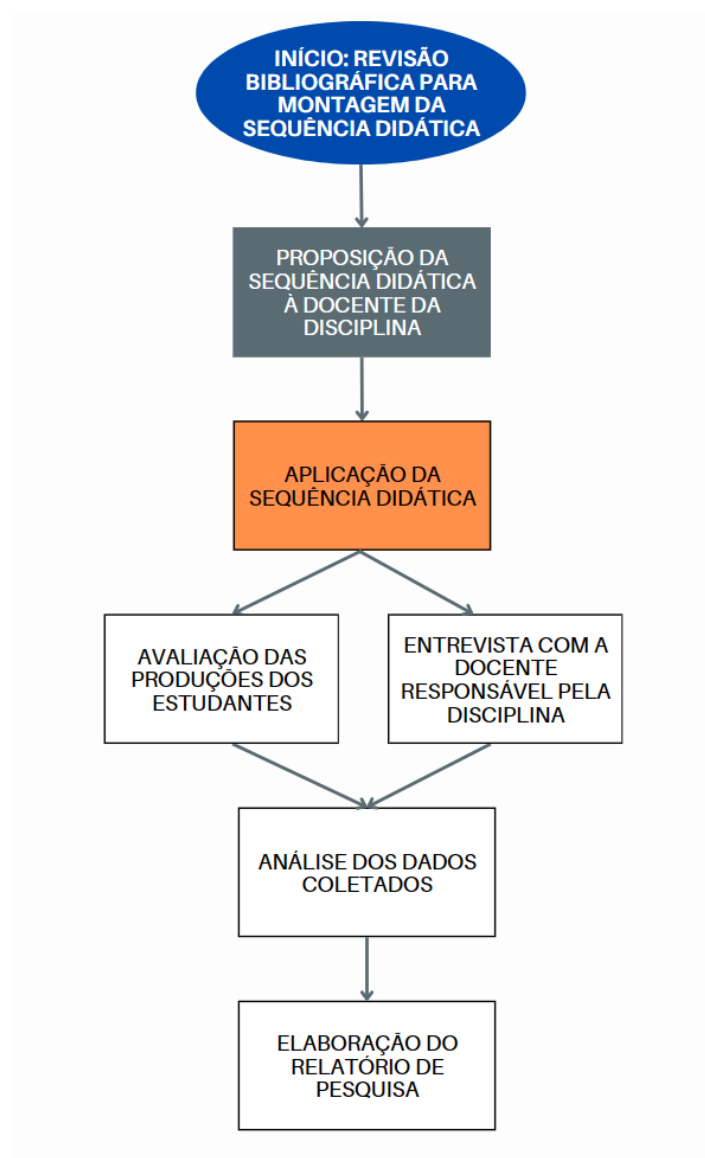
A atividade proposta ocorreu entre os meses de julho e agosto do ano 2023, e teve como tema de ensino a Biofísica de Membranas, que apresenta com conteúdo programático as estruturas, características e propriedades das membranas biológicas e o transporte de substâncias através de membranas em um contexto teórico, e Simulação Computacional do Potencial de Ação no Neurônio, com simulação de canais de sódio e potássio do axônio, simulação das correntes de “*gating*” em canais iônicos, simulação do potencial de ação no axônio, simulação do período refratário, simulação de efeitos de drogas que inibem os canais de sódio e potássio, simulação de efeitos das concentrações iônicas sobre o potencial de ação, no contexto prático.

A fim de garantir o sigilo quanto à identidade dos participantes estudantes e de modo a facilitar a identificação destes nas análises, adotamos o uso de sigla na seguinte ordem: Uma letra definindo o tipo de ator social (estudante), um número de identificação e uma letra referenciando o grupo de atividade o qual integra, por exemplo: E1Z lê-se: Estudante número 1 do grupo Z.

4.3. Delineamento da Pesquisa

Para Duarte (2022, p. 140), “a definição do objeto de pesquisa, assim como a opção metodológica constituem um processo tão importante para o pesquisador quanto a texto que se elabora ao final”. O delineamento da metodologia é necessário visto que ele “é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p.155). Nesse sentido, a pesquisa se dará nas seguintes fases (figura 6):

FIGURA 6: FLUXO METODOLÓGICO DA PESQUISA



Fonte: O autor (2023).

A pesquisa se iniciou a partir de uma imersão na literatura científica a partir de um Mapeamento Sistemático de Literatura que de forma exploratória, pudéssimos compreender o contexto e as estratégias usadas por estes pesquisadores na discussão entre PC e conceitos próprios da natureza para embasar a sequência didática utilizada nesta pesquisa. Após isso, com a sequência didática montada, fizemos uma reunião com a docente responsável pela disciplina para apresentá-la a metodologia pedagógica estabelecida. Na reunião fizemos as adaptações sugeridas e observadas pela docente.

A aplicação da SD se deu em colaboração entre o pesquisador e a docente da disciplina. Com a aplicação em andamento iniciamos a coleta de dados e posteriormente passamos a analisá-los. A avaliação das produções dos estudantes se deu a partir de projetos desenvolvidos na plataforma *Scratch* sobre temas relacionados à Biofísica de Membranas. A entrevista com a docente da disciplina foi estruturada levando em consideração a metodologia de Gil (2008, p.17), com a finalidade de compreender a visão dela a respeito da experiência. Com os dados coletados, analisamos os mesmos e fizemos a elaboração do relatório de pesquisa em forma de dissertação de mestrado.

Assim, a seguir apresentam-se os encaminhamentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

4.3.1. Instrumentos de Pesquisa e procedimentos para análises dos dados

Para atingir os objetivos propostos, esta pesquisa se deu a partir de uma colaboração entre o pesquisador, a docente responsável pela disciplina e a equipe de monitoria da disciplina. Ao pesquisador coube administrar os aspectos metodológicos da atividade proposta, bem como apresentar o Pensamento Computacional e o funcionamento do *Scratch* como plataforma de ensino-aprendizagem à turma campo de estudo. A docente responsável pela disciplina teve como papel a ministração do conteúdo teórico da biofísica em que se baseou a atividade que envolvia o *Scratch*. A equipe de monitoria da disciplina se dedicou a tirar dúvidas dos estudantes quanto ao conteúdo teórico apresentado.

Os dados foram constituídos a partir de uma atividade desenvolvida na disciplina de Biofísica com carga-horária de 20 horas/ aula dentro do conteúdo programático Biofísica das Membranas Biológicas, conforme os instrumentos de pesquisa descritos no quadro 11:

QUADRO 11: RELAÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS COM OS INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA A COLETA DE DADOS

Objetivo específico	Instrumento de pesquisa	Dados coletados
1. Apresentar aos estudantes e docente as bases definições e dimensões do Pensamento Computacional	a. Aula presencial expositiva dialogada sobre o que é Pensamento Computacional, quais suas bases e dimensões.	i. Diário de bordo com as observações do pesquisador a respeito da experiência em sala de aula.
2. Desenvolver atividades utilizando programação em blocos no aplicativo <i>Scratch</i> , e avaliar as evidências de desenvolvimento de habilidades de Pensamento Computacional pelos estudantes durante a execução.	a. Proposição de uma atividade com a utilização do site <i>Scratch</i> utilizando conceitos das Biofísica de Membranas Biológicas; b. Avaliação dos programas desenvolvidos pelos estudantes no <i>Scratch</i> .	i. Diário de bordo com as observações do pesquisador; ii. Projetos produzidos no <i>Scratch</i> pelos estudantes.
3. Verificar limites e possibilidades da utilização do Pensamento Computacional no ensino de Biofísica.	a. Entrevista com a docente responsável pela disciplina.	i. Entrevista gravada em áudio e posteriormente transcrita na íntegra.

Fonte: O autor (2023).

Dentre os dados coletados houve a construção de um diário de bordo que é um recurso filosófico e metalinguístico para o pesquisador, cuja finalidade principal seria a ampliação de um espaço meditativo da experiência vivida durante a pesquisa (MACHADO, 2002). Nele foram anotadas as impressões do pesquisador durante os encontros com estudantes e a docente e dúvidas e questões levantadas pelos estudantes.

A produção do *Scratch* quanto às Dimensões do Pensamento Computacional pelos estudantes foi analisada levando em consideração os seguintes aspectos: raciocínio lógico; representação de dados; interatividade do usuário; controle de fluxo; abstração e decomposição de problemas. Esses aspectos foram pontuados de acordo com o nível de complexidade apresentada na construção do programa conforme o uso de blocos de comando, definidos

pelos níveis “básico”, “em desenvolvimento” e “proficiente”, conforme o quadro 12:

QUADRO 12: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Evidências de habilidades de PC desenvolvidas na construção do projeto <i>Scratch</i>	Nível Básico (1 ponto)	Nível Intermediário (2 pontos)	Nível Avançado (3 pontos)
<u>Decomposição de Problemas:</u> Ato de resolver um problema grande e complexo dividindo-o em pequenos problemas mais simples e, conseqüentemente, mais fáceis de solucionar.	Apresentar mais de um script e/ ou mais de um ator	Utilizar Procedimentos (definição de blocos)	Utilizar clones de ator ou script
<u>Raciocínio Lógico e Controle de Fluxo:</u> Representar um processo passo a passo que resolve um problema ou conclui uma tarefa utilizando regras lógicas.	Uso do bloco “Se” como estrutura de controle; Apresentar apenas uma sequência de blocos.	Uso do bloco “Se Senão” como estrutura de controle; Utilizar o bloco “Repita <i>n</i> vezes” ou “Sempre”.	Uso de operações lógicas (exemplo: “Se X ou Y for maior que Z faça Evento 1. Senão, Evento 2”); Utilizar o bloco “Repita até que”.
<u>Sincronização:</u> Arquitetar o programa para que um evento só seja executado após a ocorrência ou finalização de um outro	Uso do comando “espere”.	Uso de algum dos comandos: “envie mensagem a todos”, “quando receber	Uso de algum dos comandos: “espere até”, “quando o pano de fundo mudar” ou “envie

determinado evento ou de outro bloco de programa.		mensagem” ou “pare todos”.	mensagem a todos e espere”.
<u>Paralelismo:</u> Fazer com que mais de um evento entre em execução simultaneamente.	Associar a execução de dois conjuntos de códigos ao evento “quando clicar na bandeira verde”.	Associar a execução de dois conjuntos de códigos ao pressionamento de teclas ou clique em um mesmo objeto.	Associar a execução de dois ou mais conjuntos de códigos ao recebimento de uma mensagem, ou ao criar um clone, ou quando um parâmetro for maior que outro ou quando a imagem de fundo for alterada.
<u>Interatividade do Usuário:</u> Fazer com que o usuário interaja de alguma forma com o computador ou com um programa que estiver sendo executado.	Apenas utilizar a bandeira verde para iniciar o programa.	Uso de teclado, mouse, ou perguntar e esperar durante a execução do programa.	Uso de webcam ou microfone do usuário
<u>Abstração:</u> Desconsiderar detalhes não fundamentais e concentrar-se na solução de um problema.	Por ser uma habilidade que nesse contexto pode ser associada aos fenômenos biofísicos representados no programa, esta não será pontuada.		

Fonte: Adaptado de Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015).

Este quadro foi inspirado no funcionamento do software Dr. *Scratch*¹⁰, uma aplicação web de código livre criada para analisar projetos criados no *Scratch* a partir de um localizador URL, ou através do arquivo do projeto baixado do site. O Dr. *Scratch* atribui uma pontuação a partir da avaliação das competências demonstradas pelo desenvolvedor. O software encontra-se disponível na versão Beta, com acesso gratuito, porém encontra-se fora do ar.

Este tipo de avaliação de programas do *Scratch* foi utilizado em pesquisas equivalentes. Barros (2020), em uma pesquisa de doutorado, utiliza essa avaliação para compreender a noção de PC desenvolvida por professores em um curso de formação em Pensamento Computacional para professores de Matemática e Informática da Educação Fundamental. Šerbec, Cerar e Žerovnik (2018) buscaram verificar a diferença no raciocínio de alunos do ensino fundamental com relação aos alunos graduandos de Ciência da Computação durante o desenvolvimento de programas no *Scratch*, na qual os autores concluíram que a utilização do Dr. *Scratch* demonstrou como resultado que os graduandos obtiveram maiores pontuações com o uso do software e que, se a programação reflete o modo de pensar, então o Pensamento Computacional poderia ser avaliado pela qualidade dos programas que cada aluno produziu.

O quadro original apresentado por Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015) foi adaptado para se enquadrar ao contexto desta pesquisa. Inicialmente, as dimensões “Decomposição de problemas” e “Abstração” estavam agrupadas em uma mesma avaliação, porém os autores compreendem que por apresentarem características diferentes, não podem ser avaliados a partir de uma mesma régua. A Decomposição de problemas está associada a dividir o problema em partes menores para otimizar sua resolução. No processo de abstração, os usuários ignoram aspectos não fundamentais à resolução do problema, se concentrando apenas nos fundamentais. Dessa forma, se um estudante que está projetando o funcionamento elétrico de uma membrana plasmática se concentra nas estruturas que fazem parte desse processo, e ignora, por exemplo, o fato de que os neurônios e as células epiteliais não

¹⁰ Disponível em: <http://drScratch.org/>

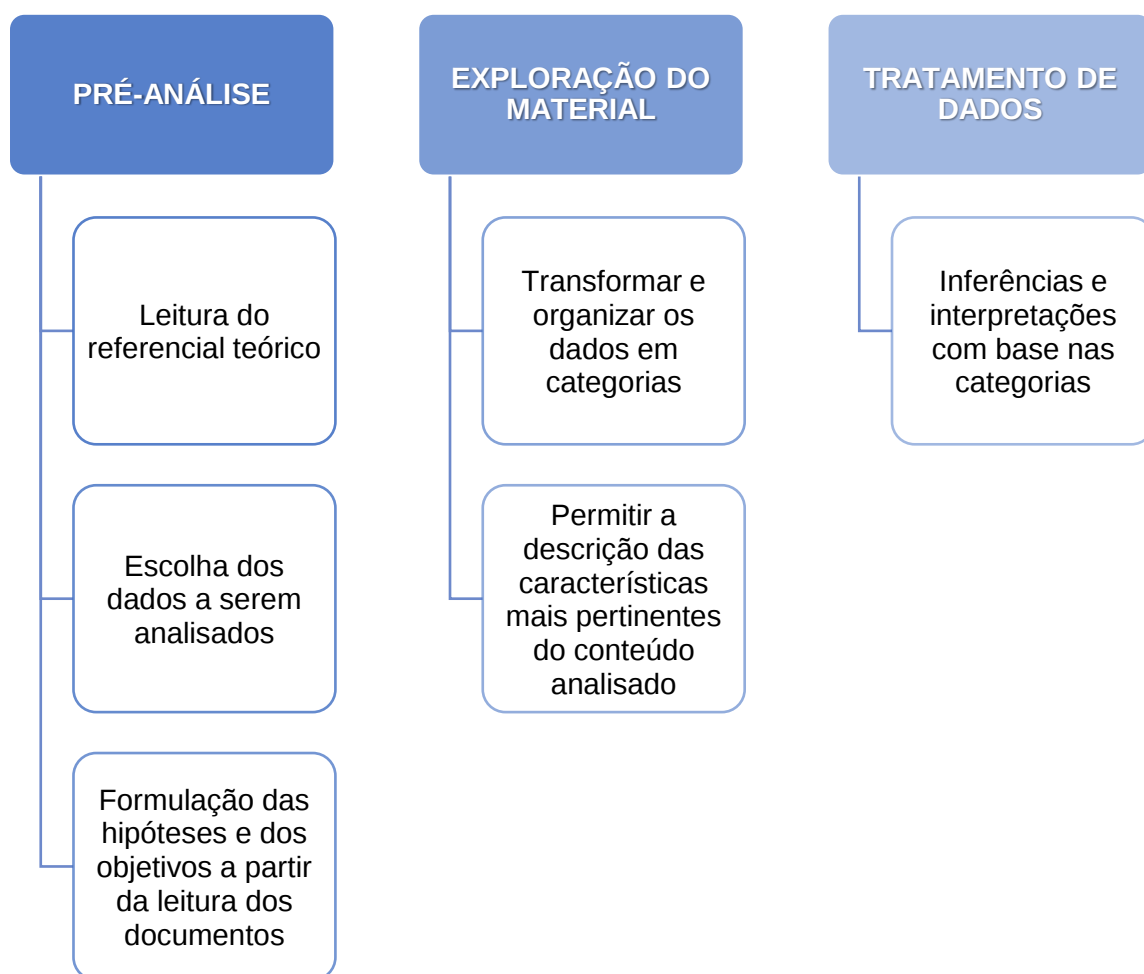
apresentam as estruturas exatamente iguais em suas membranas, esse se caracteriza como um processo de abstração.

Raciocínio Lógico e Controle de fluxo, antes avaliados individualmente, foram agrupados em uma só pontuação, visto que, junto com as habilidades Paralelismo e Sincronização, estão diretamente associados ao pensamento algorítmico, quando avaliam a arquitetura de funcionamento do programa, avaliando o passo-a-passo e as regras lógicas adotadas pelo programador. A Interatividade com o usuário permanece equivalente à concepção original dos autores (MORENO-LEÓN, ROBLES e ROMAN-GONZALEZ, 2015), e apesar de não ter relação com as quatro dimensões descritas por Csizmadia et al. (2015), foi considerada importante pela docente da disciplina, pois estariam relacionadas a condições atrativas ao usuário.

Na avaliação dos autores, não fica claro como a dimensão Reconhecimento de Padrões pode ser analisada efetivamente, dessa forma, serão consideradas efetivas nesse aspecto os projetos que apresentarem similaridades e padrões com o intuito de resolver problemas complexos de forma mais eficiente, como por exemplo: uso da mesma arquitetura de código para resolver problemas similares em dois sprites diferentes.

A entrevista com a docente foi analisada conforme a metodologia de análise de conteúdo feita seguindo as orientações de Bardin (2011). No que diz respeito à análise de conteúdo, a autora afirma que a análise consiste, de modo geral, na decomposição dos discursos e identificação de categorias comuns, levando em consideração o contexto que a pesquisa está inserida. A análise de conteúdo é dividida em três etapas (figura 7): pré-análise, exploração do material e tratamento de dados. A primeira etapa (pré-análise) consiste na organização do material; a segunda etapa é o momento de aprofundamento orientado pelas hipóteses; e o terceiro e último momento é o tratamento dos dados, ou seja, a análise propriamente dita.

FIGURA 7: ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO CONFORME BARDIN (2011)



Fonte: O autor (2023)

Na construção das categorias, nos atentamos para as seguintes regras: exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade e produtividade. A exclusão mútua implica que cada elemento só pode pertencer a uma categoria, evitando a sobreposição. A homogeneidade assegura que cada categoria aborda apenas uma dimensão de análise, mantendo o foco. A pertinência requer que as categorias estejam alinhadas com os objetivos da pesquisa, as perguntas orientadoras e a natureza do material analisado, garantindo relevância. A objetividade exige que as categorias sejam claramente definidas, sem ambiguidades. Por fim, a produtividade implica que as categorias devem gerar resultados valiosos, como inferências e dados precisos, a fim de enriquecer a

pesquisa. Ao seguir essas orientações, construímos categorias consistentes e eficazes para atender aos objetivos da pesquisa.

5 ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequências Didáticas (SD) são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm princípio e fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 2015, p.24). Logo, torna-se uma estratégia pedagógica que proporciona o desenvolvimento da aprendizagem, a partir da execução de atividades sequenciais planejadas de forma contínua, que se complementam, pensadas para a superação das dificuldades sobre um tema específico, resultando na construção do conhecimento de forma processual.

Na SD desta pesquisa foram utilizadas 20 horas/ aula (h/a) na disciplina de Biofísica a partir da temática Biofísica das Membranas Biológicas divididas em 8 h/a feitas presencialmente em sala de aula na universidade, 8 h/a de forma remota e assíncrona e 4 h/a de forma remota e síncrona via plataforma Google Meet. Essa quantidade de horas se deu pois, de acordo com a ementa, a disciplina campo de pesquisa possui carga horária de 60 horas/ aula, divididas em seis temas como objetivo de ensino (conforme exposto no item 4.2 desta dissertação), e a docente responsável por ela precisa cumprir com esses requisitos, constituindo um cronograma para as aulas e a parte reservada para a temática abordada na SD constituía as horas utilizadas.

A temática da SD foi “Representando a Biofísica de Membranas a partir de Programação em Blocos com o *Scratch*”, a partir dela, em conjunto com a docente da disciplina e com a equipe de monitoria, definimos um cronograma de planejamento de atividades (quadro 13):

QUADRO 13: CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ordem	Duração	Formato da aula	Descrição
Momento 1	2 h/a	Presencial	1) Apresentação da proposta da atividade; 2) Introdução à Biofísica de Membranas;
Momento 2	2 h/a	Presencial	1) Introdução ao <i>Scratch</i> : recursos e possibilidades; 2) Apresentação da proposta de atividade; 3) Debate de ideias dos estudantes (brainstorming).
Momento 3	4 h/a	Remota e assíncrona	1) Aula teórica de Biofísica: a) Membranas: estruturas e funções; b) Permeabilidade das Membranas Biológicas; c) Biopotenciais: Membranas biológicas como Circuito Resistor/ Capacitor. 2) Responder a um estudo dirigido sobre o conteúdo teórico.
Momento 4	4 h/a	Remota e síncrona	1) Aprendendo a Programar com o <i>Scratch</i> : a) Primeira Interação b) Controles e sensores c) Operadores d) Variáveis
Momento 5	4 h/a	Remota e assíncrona	1) Construção de uma representação da Membrana Biológica no <i>Scratch</i> .
Momento 6	2 h/a	Presencial	1) Apresentação dos primeiros resultados dos programas produzidos.

Momento 7	2 h/a	Presencial	1) Apresentação das produções para a turma.
-----------	-------	------------	---

Fonte: O autor (2023)

Os planos de aula referentes a aplicação da SD encontram-se no apêndice B. Nesta seção apresentaremos o detalhamento da sequência.

5.1. Momento 1: Apresentações iniciais

No primeiro momento, houve a apresentação do pesquisador e da proposta da pesquisa para os estudantes. A escolha do formato presencial foi feita para que os estudantes pudessem assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que os procedimentos metodológicos da pesquisa pudessem iniciar. Após a assinatura do TCLE o pesquisador e a docente responsável pela disciplina ministraram uma apresentação expositiva e dialogada introdutória sobre Biofísica de Membranas, abordando superficialmente conceitos como: O que são membranas biológicas; sua função; bicamada fosfolipídica; permeabilidade seletiva; e potencial de membrana.

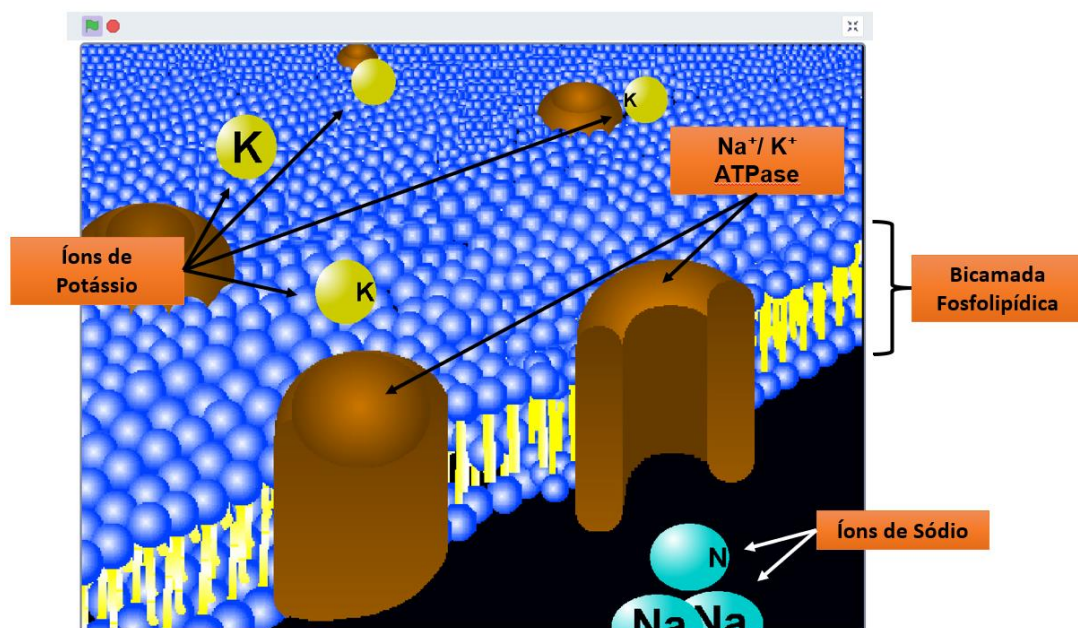
5.2. Momento 2: Introdução ao *Scratch* e a proposta de atividade

No segundo encontro o pesquisador levou aos estudantes uma apresentação sobre Pensamento Computacional, apresentando o conceito, as bases, pilares e aplicações e o *Scratch* para que os mesmos pudessem conhecer a IDE¹¹ e reconhecer as possibilidades disponibilizadas por ela. No momento inicial foi apresentado o site do *Scratch*, inicialmente ensinando como criar uma conta e como criar um projeto. A partir disso foi apresentada a interface do

¹¹ Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

ambiente online e suas funcionalidades. Após isso, o pesquisador apresentou exemplos de animações, jogos e histórias interativas criados no site. Além disso, o pesquisador apresentou um projeto¹² de uma animação interativa que ilustrava o funcionamento da Bomba de sódio e potássio (ou Na^+/K^+ ATPase), um tipo de transporte ativo que ocorre em todas as células do corpo (figura 8).

FIGURA 8: PROJETO NO SCRATCH ILUSTRANDO A ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO



Fonte: O autor (2023).

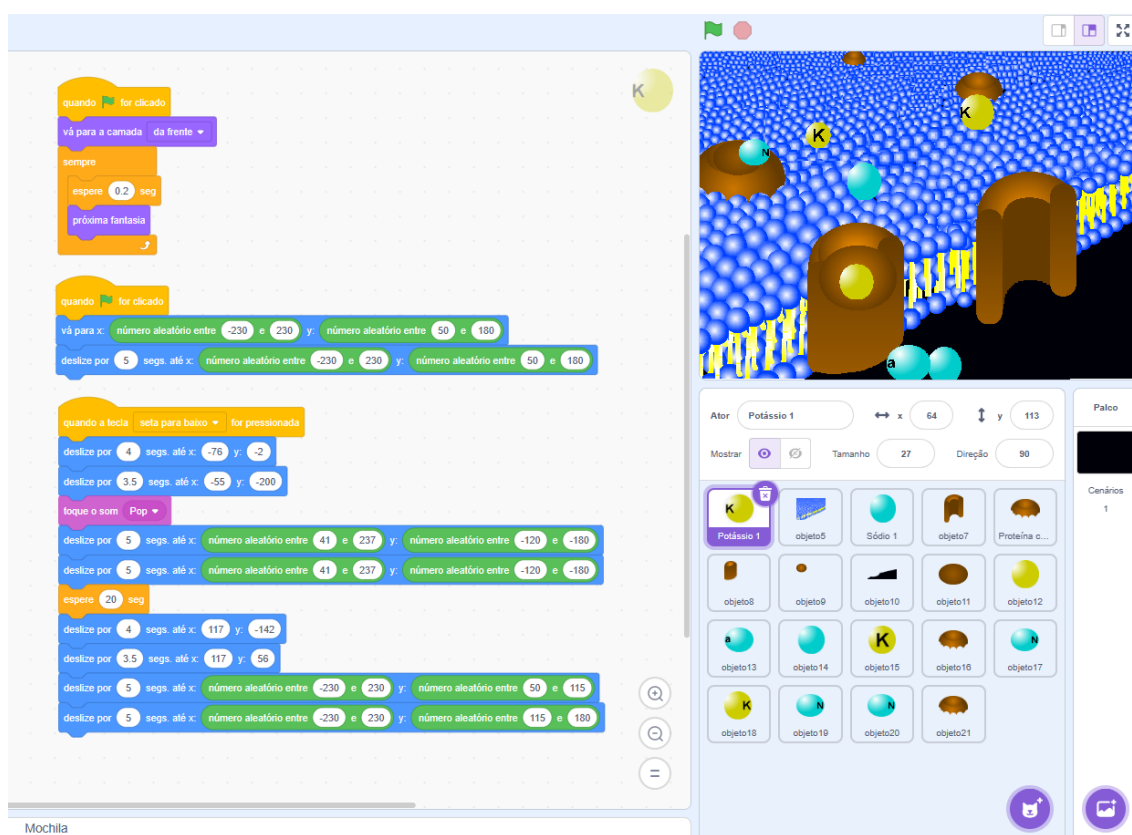
O projeto da Na^+/K^+ ATPase conta com 19 objetos programados (atores), que representam a bicamada fosfolipídica contendo bombas de sódio e potássio e íons de Na^+ e K^+ , e é iniciado quando a bandeira verde é clicada. A bicamada fosfolipídica é a camada de fundo do projeto, ficando estática durante toda sua execução. As bombas de sódio e potássio também são estáticas, porém, quando

¹² <https://Scratch.mit.edu/projects/818673712>.

um íon entra em contato com uma delas, existe um efeito que ilustra a entrada e saída deste.

Os íons são as partes animadas e interativas do projeto. O K^+ , quando a seta para baixo é pressionada, movimenta de cima para baixo sobre a bomba de sódio e potássio, dando um efeito de passagem por ela, conforme código apresentado na figura 9:

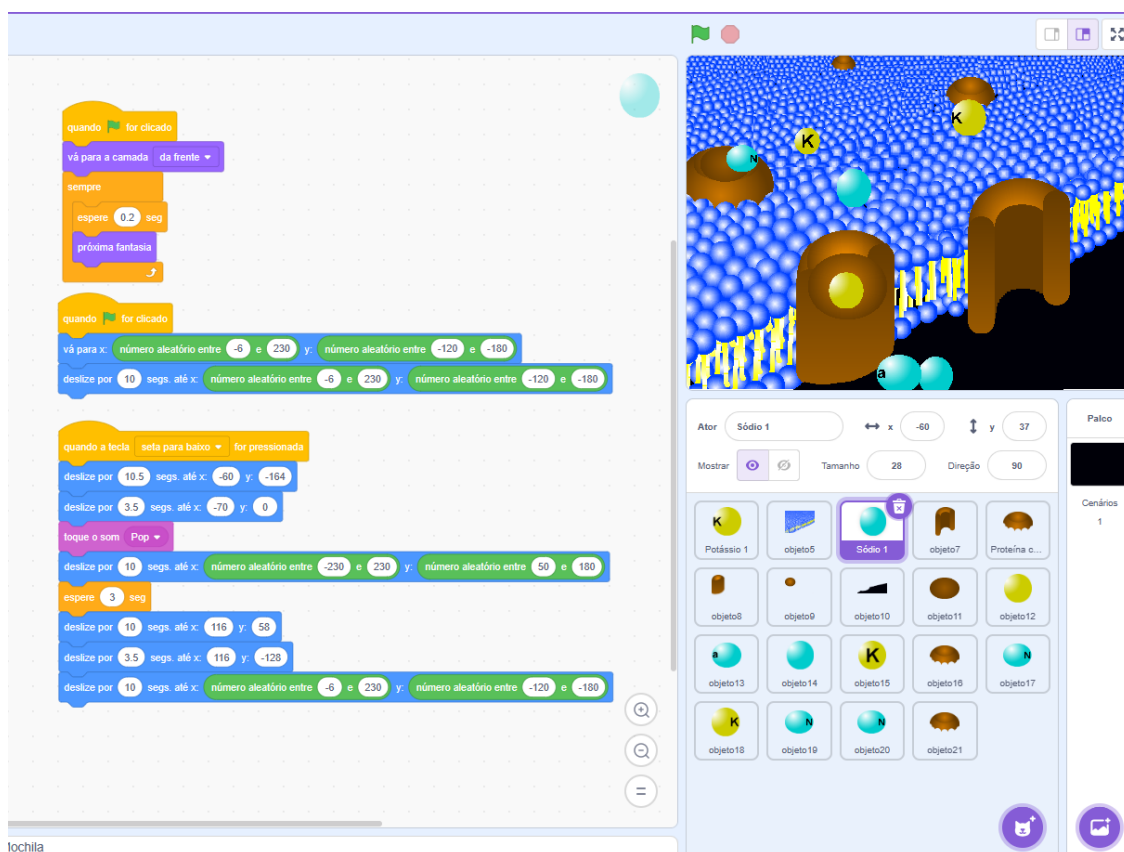
FIGURA 9: CÓDIGO DO ÍON DE POTÁSSIO



Fonte: O autor (2023).

Os íons Na^+ , deslizam de baixo para cima sobre a Na^+/K^+ ATPase, causando o mesmo efeito que o íon K^+ (figura 10).

FIGURA 10: CÓDIGO DO ÍON DE SÓDIO



Fonte: O autor (2023).

O projeto apresentado posteriormente foi disponibilizado para os estudantes para que os mesmos pudessem se inspirar na produção dos seus próprios projetos.

Em seguida, houve a exposição da proposta referente à atividade que os estudantes deveriam se dedicar a produzir. Primeiramente, os mesmos deveriam estudar sobre biofísica de membranas, responder a um estudo dirigido e posteriormente, produzir um projeto no *Scratch* que representasse um dos seguintes temas: estruturas e funcionamento da membrana, transportes através da membrana ou funcionamento elétrico da membrana.

Após isso, os estudantes foram divididos em três grupos para que pudessem se reunir e discutir possibilidades de criações. Para cada grupo foi distribuída uma temática que tinha relação com a Biofísica de Membranas. O

primeiro grupo deveria pensar em possibilidades de representação das estruturas e funcionamento das membranas; o segundo grupo tratou o tema tipos de transportes através das membranas; e o terceiro funcionamento elétrico das membranas. Na divisão dos alunos em grupos foi orientada para que cada grupo tivesse quatro participantes garantindo a equidade na quantidade de estudantes em cada grupo, e as temáticas designadas para estes foram sorteadas.

5.3. Momento 3: Aulas teóricas de Biofísica

Após os dois primeiros momentos, na cidade onde a pesquisa foi desenvolvida, se iniciaram movimentos de greve de rodoviários e metroviários, fazendo com que a universidade campo de pesquisa suspendesse as aulas presenciais e recomendasse atividades acadêmicas de ensino de forma remota e assíncrona. Com isso o momento de aula teórica de biofísica, que seria presencial, passou a seguir as orientações da universidade assumindo o formato remoto e assíncrono.

Dessa forma se deu o terceiro momento desta SD. Para ele, a docente responsável pela disciplina estruturou um estudo dirigido com quatro questões (quadro 14), as quais deveriam ser respondidas com base nas aulas gravadas por ela sobre os temas: Membranas: estruturas e funções; Permeabilidade das Membranas Biológicas; Biopotenciais: Membranas biológicas como Circuito Resistor/ Capacitor. Além das aulas, os estudantes foram orientados a fazerem pesquisas nos livros da ementa da disciplina e, também, foram disponibilizados materiais de apoio como slides e fichas-resumo.

QUADRO 14: QUESTÕES DO ESTUDO DIRIGIDO E SUAS EXPECTATIVAS DE RESPOSTA

Questões	Espera-se que a resposta aborde
1) A célula é considerada a estrutura básica dos organismos vivos. Ela possui uma membrana que é fundamental para os diversos processos, em especial em relação a sua estrutura. Discuta sobre as macromoléculas que a constituem.	a) As macromoléculas envolvidas na estrutura da membrana celular (descrição de suas características); b) Como elas estão posicionadas nessa membrana e como interferem na função geral dessa biomembrana (funções desempenhadas por cada tipo de macromolécula).
2) Como se dão os processos de transporte das substâncias dos meios intra e extracelulares através das membranas biológicas?	a) Classificação do transporte quanto à direção do fluxo, exigência de energia e exigência de via física; b) Particularidades estruturais das diferentes vias e regiões da membrana onde ocorrem os transportes.
3) As biomembranas, juntamente com os elementos encontrados nos meios intra e extracelular podem ser comparadas a um circuito elétrico do tipo resistor-capacitor. Quais considerações podemos fazer a esse respeito?	a) Correlação dos referidos bioelementos tanto da membrana como do meio intra e extracelular e os elementos de um circuito resistor capacitor (R-C) alimentado por uma força eletromotriz.
4) É observado que as células apresentam potencial de repouso (ou de membrana). O que é esse potencial e qual a sua importância?	a) Explicação sobre Equação de Nernst e o potencial de equilíbrio iônico; b) Abordagem a equação de Goldman-Hodgkin-Katz e o potencial de repouso celular.

Fonte: O autor (2023).

O estudo dirigido foi uma estratégia sugerida pela docente da disciplina para que a mesma pudesse avaliar se os estudantes estavam estudando o conteúdo teórico da disciplina e aferir se os mesmos tinham atingido um nível mínimo de conhecimento dentro do contexto da disciplina.

5.4. Momento 4: Aprendendo a programar com o *Scratch*

Ainda no contexto de greve de rodoviários e metroviários na cidade onde fica a sede da universidade, continuamos a SD de forma remota, porém, para que houvesse um diálogo com os estudantes, optou-se pelo formato síncrono via plataforma Google Meet. Essa etapa teve duração de 4 h/a, que foram divididas entre dois dias.

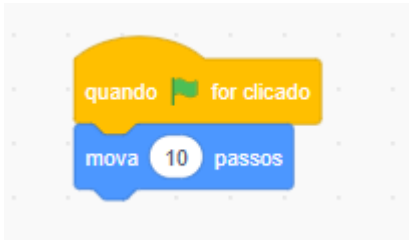
Nesta etapa, no primeiro dia, o pesquisador apresentou os blocos de controle, que possuem a função de organizar a execução das ações dos componentes, determinando quantas vezes uma ação é executada, sempre mostrando a estrutura e trazendo exemplos do cotidiano para melhorar a compreensão dos estudantes.

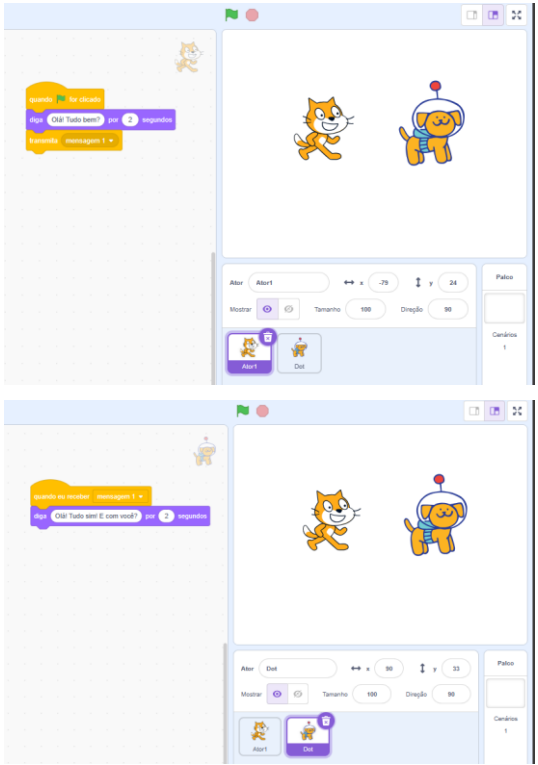
Posteriormente, foram apresentados os blocos de sensores. Esse tipo de estrutura permite estipular o tipo de interação que condiciona, associada com as demais categorias de blocos, as ações dos atores e cenários. Logo em seguida, os operadores foram abordados. Utilizados em associação com outros grupos de blocos, é importante quando se quer determinar números que dependem de outros componentes. Os operadores aritméticos e relacionais podem ser usados com variáveis ou com valores fixos.

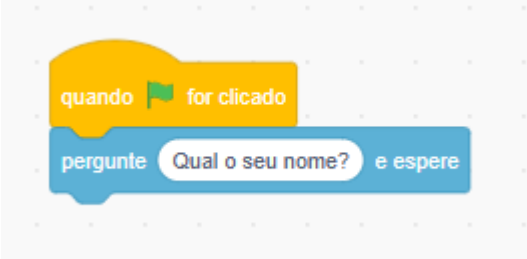
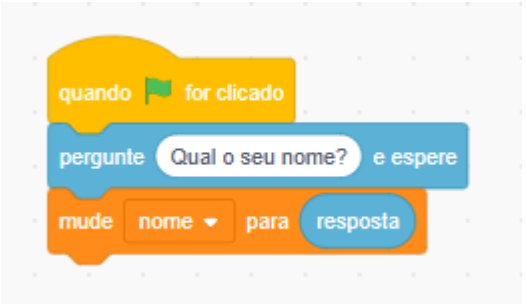
Após isso, foram demonstrados o funcionamento dos blocos de variáveis, estrutura responsável por guardar um valor na memória do computador.

No segundo dia do momento 4, os estudantes foram orientados a exercitar os conhecimentos abordados na aula de *Scratch*. O exercício teve 9 passos (quadro 15), com a finalidade de fazer com que os estudantes utilizassem a maior parte de funcionalidades possíveis da IDE.

QUADRO 15: ATIVIDADE NO SCRATCH

Passo	Atividade	Exemplo
1	Inserir sprites e cenários.	Escolher uma camada de fundo e um personagem dentre os disponibilizados pelo <i>Scratch</i> .
2	No sprite, utilizar um bloco de eventos e um de movimento.	
3	Fazer com que o sprite emita um som.	

4	Inserir mais um sprite e fazer com que este dialogue com o sprite anterior	 O gato fala “Olá, tudo bem?” O cachorro responde “Olá! Tudo sim. E Você?”
5	Criar um comando de repetição	
6	Utilizar comandos de movimento com estrutura de controle.	

7	Utilizar uma estrutura de sensor.	
8	Utilizar comandos com variáveis	
9	Criar um algoritmo que utilize um sensor e faça uma operação matemática dois valores	

Fonte: O autor (2023).

5.5. Momento 5: Construindo representações no *Scratch*

Nesta etapa da SD, com o uso de 4h/a no formato remoto e assíncrono, os estudantes foram orientados a construir um projeto no *Scratch* que representasse o tema proposto para cada grupo no dia do momento 2. Os grupos tiveram como material de apoio o projeto da bomba de sódio e potássio apresentado no momento 2, todos os recursos disponibilizados pela docente da disciplina no momento 3 e os slides utilizados no momento 4. Além disso, a equipe de monitoria da disciplina ficou a disposição para tirar dúvidas sobre o conteúdo teórico que viessem a surgir, o pesquisador ficou a disposição para tirar dúvidas sobre o uso do *Scratch*. Para facilitar a comunicação, foram criados grupos de WhatsApp com cada grupo, onde se encontravam o pesquisador, os estudantes do grupo e a equipe de monitoria.

5.6. Momento 6: Os primeiros resultados do projeto *Scratch*

A fim de fazer um acompanhamento das atividades, o pesquisador e a docente responsável pela disciplina organizaram um encontro presencial na universidade para que os estudantes pudessem exibir suas representações em construção e para que fossem dadas sugestões e tirar dúvidas antes da entrega final dos projetos. Esse encontro teve duração de 2 h/a.

5.7. Momento 7: Fechamento da Sequência Didática e socialização dos projetos

Presencialmente em sala de aula na universidade, houve o encontro de fechamento da SD com a apresentação dos projetos de todos os grupos para a turma. Nelas os estudantes com o uso de computador, quadro de televisão para projeção, socializaram suas produções com seus pares (figura 11).

FIGURA 11: SOCIALIZAÇÃO DAS PRODUÇÕES DOS ESTUDANTES



Fonte: O autor (2023).

A intenção do momento de socialização presencial foi para que os estudantes pudessem se inteirar das produções dos seus pares e poder perguntar, tirar dúvidas ou até mesmo sugerir melhorias nos projetos de seus colegas.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir desta pesquisa foram constituídos dados referentes às produções dos estudantes e entrevista com a docente responsável pela disciplina. Esses dados serão analisados a partir de uma ótica qualitativa, utilizando o quadro de pontuações (quadro 12) apresentado na seção 4.3.1 desta dissertação e a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

6.1. Apresentação e análise dos Projetos *Scratch* produzido pelos estudantes

Nesta seção serão apresentados e analisados os programas desenvolvidos durante a SD utilizando o *Scratch*. Para isto, utilizaremos uma abordagem qualitativa, nos apoiando nas pontuações apresentadas no quadro 12 desta dissertação, que foi inspirado na ferramenta Dr. *Scratch*. As produções dos estudantes serão submetidas a esta pontuação para inferir de que forma os estudantes conseguiram aplicar os conhecimentos apresentados durante o período da pesquisa em Pensamento Computacional.

Aos estudantes foi solicitado que se dividissem em três grupos, para que cada grupo produzisse um projeto no *Scratch* que representasse um dos seguintes temas: estruturas e funcionamento da membrana (Grupo A), transportes através da membrana (Grupo B) e funcionamento elétrico da membrana (Grupo C).

Todos os programas produzidos pelos estudantes foram socializados para toda a turma pela plataforma virtual de aprendizagem da disciplina.

6.1.1. Grupo A: Estruturas e funcionamento das membranas biológicas

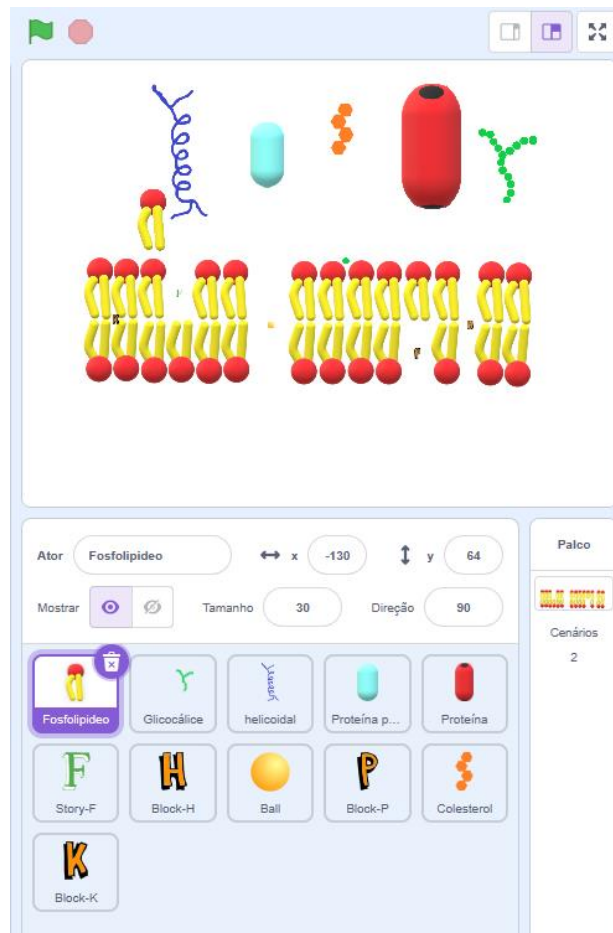
O grupo A, teve como tema “estruturas e funcionamento da membrana”. Composto pelos estudantes E1A, E2A, E3A e E4A, o grupo fez a seguinte descrição do projeto:

O projeto realizado foi basicamente uma apresentação interativa ou um minijogo educacional, foi escolhido um cenário apresentando a bicamada da membrana celular, e na parte superior foi adicionado diferentes macromoléculas que compõem essa membrana, a ideia seria criar uma interação onde fosse possível encaixar as macromoléculas em seus respectivos lugares na bicamada.

Assim, foi elaborado códigos a partir dos blocos que permitissem que o jogador ao clicar nas macromoléculas pudesse levá-las para onde ele acreditasse ser o lugar delas, quando fosse bem-sucedido, a macromolécula iniciava uma apresentação sobre quem ela é, qual sua função e seu local na bicamada, assim o jogador completava a membrana celular e poderia entender tudo sobre os integrantes dessa membrana (GRUPO A).

O projeto, disponível em <https://Scratch.mit.edu/projects/881393401>, apresenta onze sprites e um cenário, representando as estruturas da bicamada fosfolipídica, conforme a figura 12:

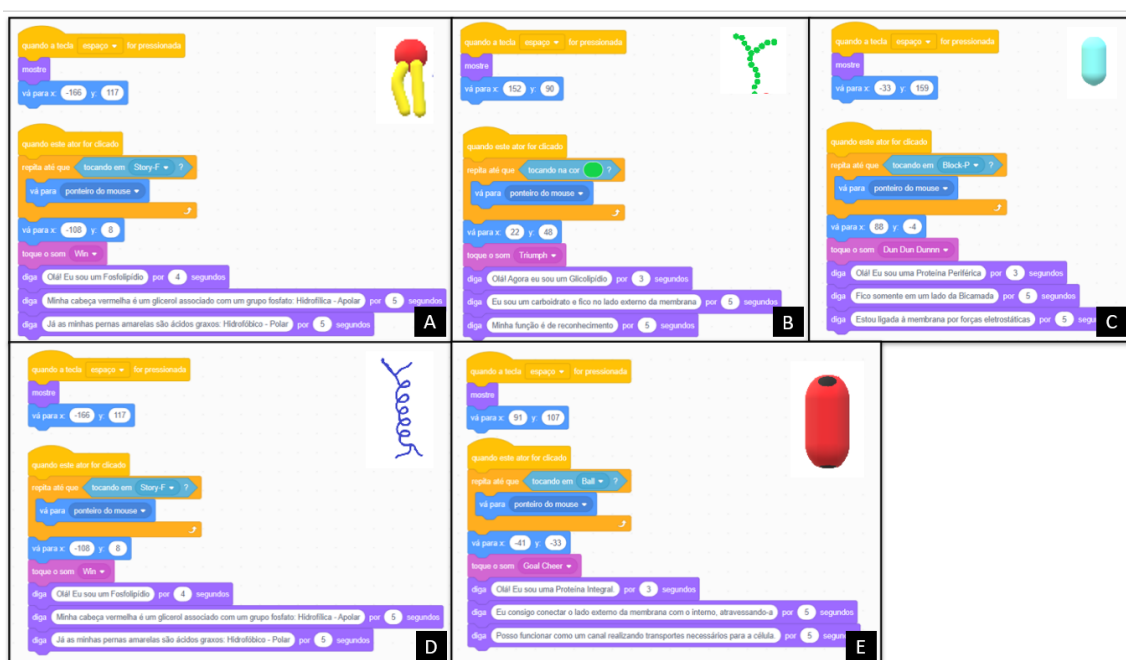
FIGURA 12: SPRITES CRIADOS PELO GRUPO A



Fonte: O autor (2023).

Os blocos que constituem o funcionamento do programa estão alocados em cada personagem (figura 13):

FIGURA 13: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE (GRUPO A)



Fonte: O autor (2023).

A figura 13A mostra o código construído na representação e um fosfolípido, um tipo específico de lipídio, composto por uma molécula de glicerol ligada a duas cadeias de ácidos graxos (as caudas) e a uma molécula de fosfato (a cabeça). A cabeça é polar e solúvel em água, enquanto as caudas são não polares e insolúveis em água. Essa característica faz com que os fosfolípidos se organizem em uma bicamada em ambientes aquosos, como as membranas celulares. A figura 13B mostra o funcionamento do ator que representa um glicocálice, uma camada de carboidratos localizada na superfície externa da membrana plasmática de células animais, responsável pela proteção, comunicação, reconhecimento e adesão celular, dentre outras coisas.

Na figura 13C, os estudantes representam uma proteína periférica, que não penetra na membrana plasmática. A figura 13D representa uma proteína helicoidal, responsável por carregar micronutrientes através da membrana. Já a figura 13E, ilustra uma proteína integral, que são inseridas na bicamada lipídica e participam do transporte através da membrana, pois atuam como carreadores (transportadores) ou formam os canais da membrana celular.

Observa-se que a lógica de funcionamento dos atores segue a mesma regra:

- Quando a tecla espaço é pressionada, o jogo inicia e todos os atores voltam para a posição original;
- O usuário deve clicar no ator (que passa a seguir o ponteiro do mouse) e encontrar o espaço que cabe a ele na membrana plasmática (estilo jogo tipo quebra-cabeça);
- Quando o ator é posicionado no local correto, um som é emitido;
- O ator inicia uma apresentação: se identifica e explica sua função na membrana plasmática.

Além disso, podemos verificar que o grupo utilizou duas formas de interação com o usuário, o início do jogo se dá quando o usuário clica na tecla “espaço”, e o encaixe do ator no local correto quando o usuário clica no mesmo que passa a seguir o ponteiro do mouse. O grupo também utiliza recurso sonoro e de aparência, além de estrutura de controle de repetição.

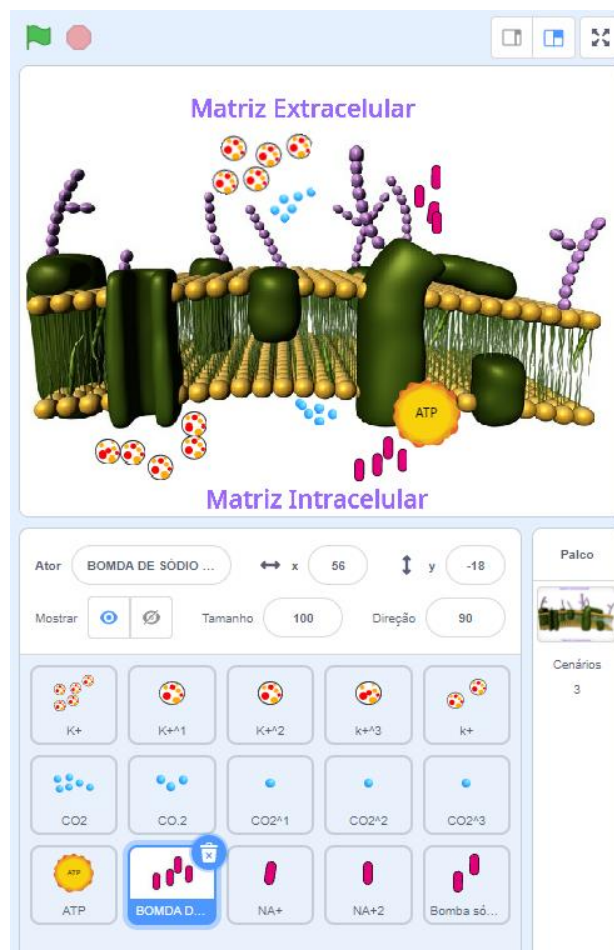
6.1.2. Grupo B: Transportes através das membranas biológicas

O grupo B, teve como tema “Transportes através das membranas biológicas”. Composto pelos estudantes E1B, E2B, E3B e E4B, o grupo fez a seguinte descrição do projeto:

Foi usado um cenário-modelo de uma membrana plasmática de uma célula, onde temos a bi-camada fosfolipídica com suas respectivas proteínas e canais. Para mostrar o processo que se dá o transporte de proteínas através da membrana, usamos o Sódio (Na), o Dióxido de Carbono (CO₂) e o Potássio (K). Como bem sabemos, neste processo existem tipos de transportes através da membrana, que são os transportes passivo e ativo, e para demonstração desses tipos de transportes usamos as proteínas (Grupo B).

O projeto (disponível em <https://Scratch.mit.edu/projects/877670680>), ilustra o processo de transportes ativos e passivos através das membranas biológicas. O mesmo conta com 12 sprites e um cenário plano de fundo (figura 14).

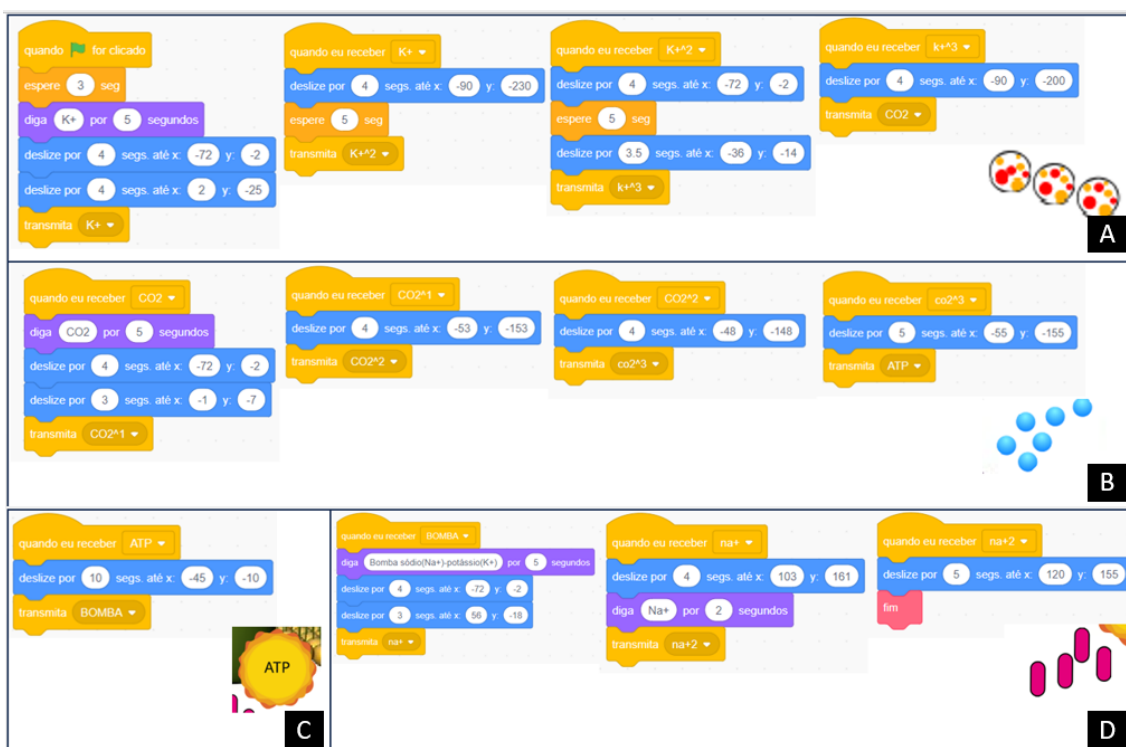
FIGURA 14: SPRITES CRIADOS PELO GRUPO B



Fonte: O autor (2023).

O projeto, ao iniciar, apresenta o funcionamento dos transportes através da membrana. Para isso os sprites foram codificados conforme a figura 15:

FIGURA 15: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE (GRUPO B)



Fonte: O autor (2023).

A figura 15A mostra o código que controla a representação dos íons de potássio na esquematização. Os blocos que controlam o funcionamento dos sprites que representam as moléculas de CO2 estão na figura 15B. Já o código que controla a molécula carreadora da energia química, a adenosina trifosfato (ATP), está presente na figura 15C. A figura 15D mostra os blocos que controlam os íons de sódio.

A lógica de funcionamento dos sprites acontece no seguinte fluxo:

- Quando a bandeira verde é clicada, o programa inicia;
- O íon de potássio se apresenta “K+” e transmite a mensagem “K+”;
- K+, por sua vez desliza por dentro de uma proteína transmembrana da matriz extracelular (meio onde os íons de potássio estão mais concentrados) para o meio intracelular (menos concentrados), o

que caracteriza um transporte passivo¹³. Ao final, o ator transmite a mensagem “CO₂”;

- Quando “CO₂” é executado, os atores atravessam a membrana pelos fosfolípidios, o que representa o fenômeno de Difusão Simples¹⁴, que ocorre em nossas células geralmente no transporte de gases. “CO₂” transmite “ATP”;
- “ATP”, por sua vez, se desloca até a representação da bomba de sódio e potássio, sinalizando que a mesma funciona mediante o consumo de energia, caracterizando um tipo de transporte ativo¹⁵; após isso, o ator transmite a mensagem “Na⁺”;
- “Na⁺”, quando executado, apresenta o íon de sódio. O íon desliza por dentro da bomba de sódio e potássio;
- Após isso, o código é finalizado.

O programa não apresenta nenhuma forma de interatividade com o usuário, blocos de repetição, variáveis, sons ou estruturas lógicas ou de controle. Além disso, observa-se que os atores, após a primeira execução do código, não retornam ao lugar de origem para posteriores execuções, o que faz com que o programa não seja funcional a partir da segunda execução.

6.1.3. Grupo C: Funcionamento elétrico das Membranas Biológicas

O grupo C, teve como tema “estruturas e funcionamento da membrana”. Composto pelos estudantes E1C, E2C, E3C e E4C, o grupo fez a seguinte descrição do projeto:

¹³ Passagem de uma substância através da membrana plasmática de uma região onde ela está mais concentrada para uma onde está menos concentrada, sem gasto de energia.

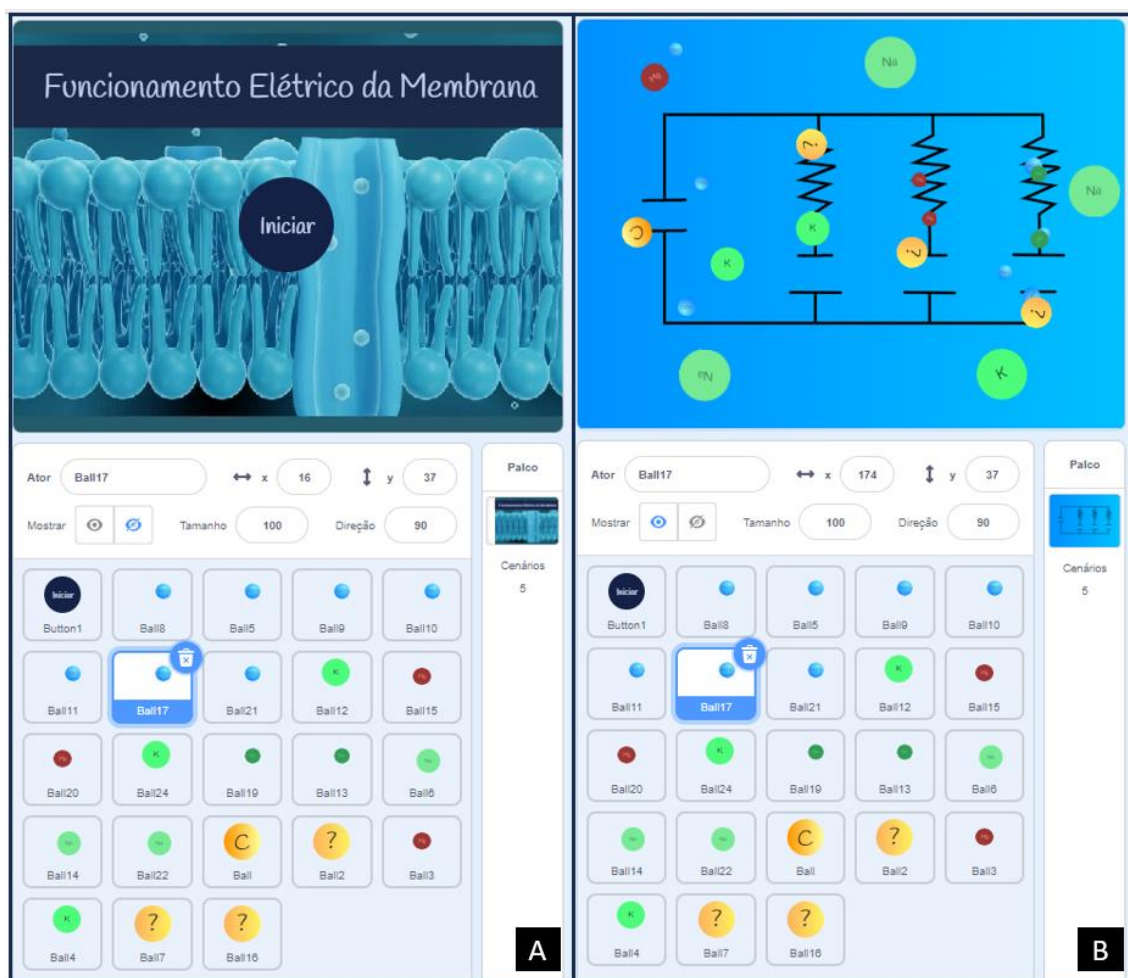
¹⁴ Movimento de partículas de um meio onde estão mais concentradas para um onde estão menos concentradas. No entanto, essas substâncias devem ser pequenas o suficiente para atravessar a membrana, e a membrana deve ser permeável a elas.

¹⁵ Movimento de uma substância pela membrana plasmática contra um gradiente de concentração, mediado por enzimas e necessita do consumo de energia.

O projeto mostra que a passagem de íons e moléculas através da membrana ocorre através de canais e transportadores que podem ser comparados a um sistema condutor-resistor. Esses canais são proteínas que formam poros na membrana e permitem a passagem de íons específicos, podendo ser abertos o tempo todo (canais passivos), ou controlados e abertos apenas em determinadas condições (canais regulados) (Grupo C).

O projeto, está disponível em <https://Scratch.mit.edu/projects/880132758>, e apresenta uma animação interativa que conta com 23 sprites e dois cenários (figura 16):

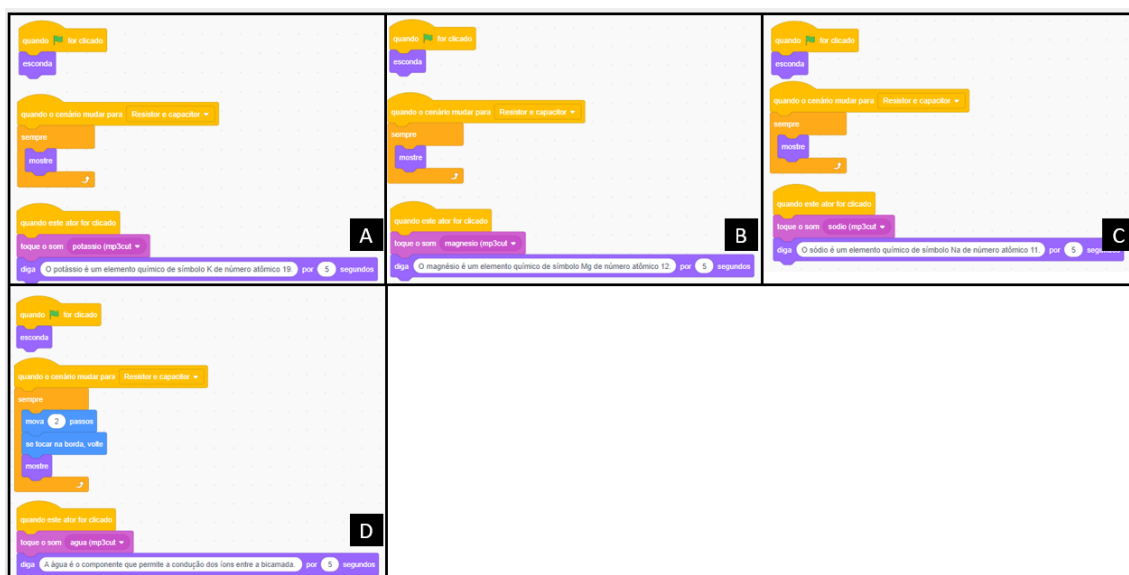
FIGURA 16: CENÁRIOS E SPRITES CRIADOS PELO GRUPO C



Fonte: O autor (2023).

O usuário, ao clicar no botão “iniciar”, passa para a segunda tela, onde tem a possibilidade de conhecer como as membranas biológicas possuem um potencial elétrico através delas, conhecido como potencial de membrana. Esse potencial é criado pela distribuição desigual de íons em ambos os lados da membrana e é fundamental para muitos processos celulares, incluindo a transmissão de sinais elétricos em células nervosas. Para isso, o grupo configurou esses componentes como sprites para se apresentarem ao ser clicados pelo usuário (figura 17):

FIGURA 17: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES A CADA SPRITE QUE REPRESENTAM ÍONS (GRUPO C)



Fonte: O autor (2023).

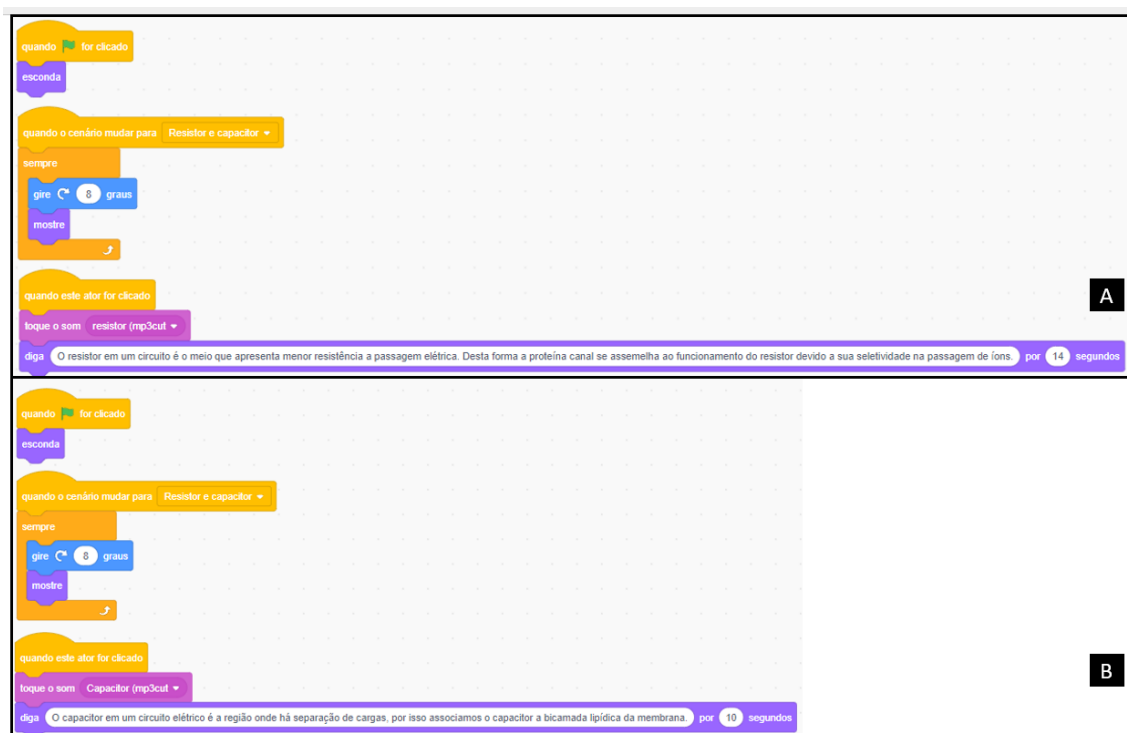
As figuras 17A, 17B e 17C mostram os códigos referentes às representações dos íons potássio, magnésio e sódio, respectivamente. A figura 17D mostra o código de funcionamento dos sprites que representam as moléculas de água. Quando um estímulo sensorial ou um sinal químico atinge um neurônio, ele desencadeia a abertura de canais iônicos específicos na membrana celular (dentre os quais estão presentes os de K^+ , Na^+ , Ca^{+2} e Cl^-). Esses canais iônicos permitem que íons, como sódio, potássio ou cálcio, entrem

ou saiam da célula. A mudança no fluxo iônico altera o equilíbrio eletroquímico da célula, resultando em uma mudança no potencial elétrico da membrana. A água é o meio condutor da carga elétrica.

É útil modelar o comportamento elétrico das membranas celulares por meio de um diagrama de circuito. Um capacitor é um dispositivo capaz de armazenar carga separada. A membrana é formada por duas camadas de lipídios que separam os meios condutores (água) como uma fina camada isolante das cargas dos íons contidos nos meios intra e extracelular, portanto, atuando como um capacitor.

A corrente transportada por um íon específico varia com a voltagem da membrana. Essa observação sugere que a contribuição de cada íon para as propriedades elétricas da membrana celular pode ser representada por elementos de um circuito elétrico. Os vários gradientes iônicos através da membrana fornecem uma forma de energia elétrica armazenada, muito parecida com a de uma bateria. Esse processo é representado pelo grupo no cenário da figura 16B. O grupo também representou no esquema o dispositivo resistor (figura 18A) e o capacitor (figura 18B).

FIGURA 18: CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS REFERENTES AOS SPRITES QUE REPRESENTAM OS COMPONENTES ELÉTRICOS DA MEMBRANA (GRUPO C)



Fonte: O autor (2023).

O jogo inicia quando o usuário clica no botão iniciar, e à medida que o mesmo clica nos sprites do programa, sua função é apresentada.

6.1.4. Análise de evidências de desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional na construção dos projetos Scratch

Como podemos observar no quadro 12, Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015) trazem algumas classificações (básico, intermediário e avançado) para o nível de desenvolvimento de habilidades (que os autores chamam de *Concept*) de PC na construção de projetos no software *Scratch*. Nesta pesquisa, essas habilidades/ conceitos foram consideradas como partes de dimensões do PC caracterizadas pela *Computer at School* (CSIZMADIA et al., 2015): Abstração, Reconhecimento de Padrões, Decomposição e

Pensamento Algorítmico, essas dimensões, também chamadas de Pilares, corroboram com os conceitos trazidos por Wing (2006) sobre o que é PC.

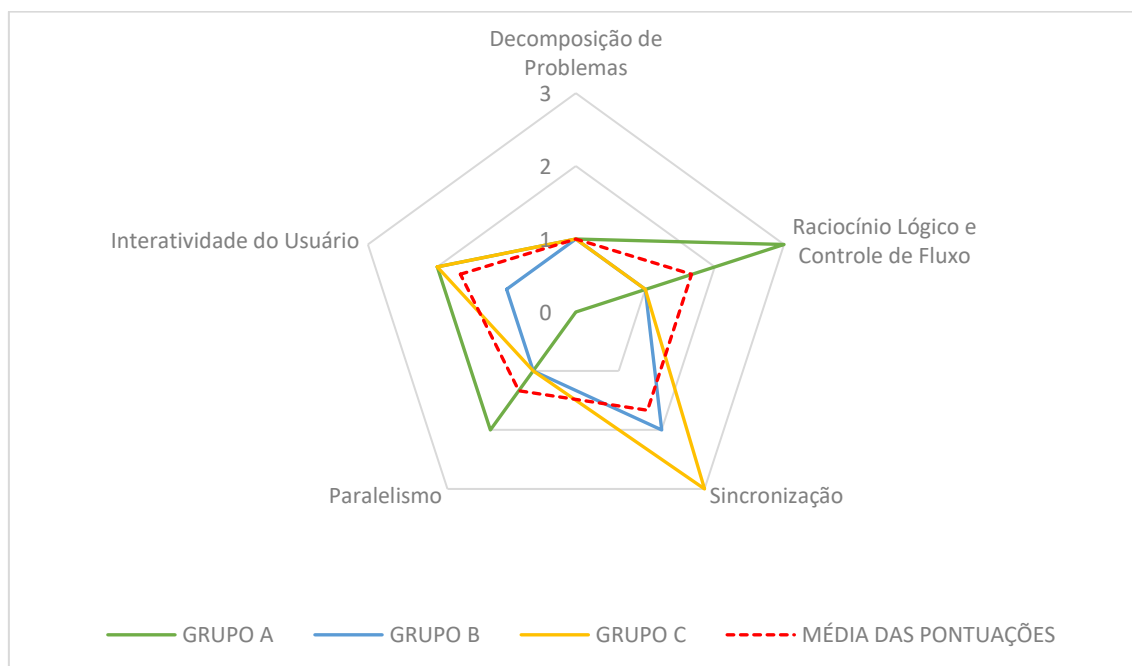
As habilidades Raciocínio Lógico e Controle de Fluxo, Sincronização e Paralelização, trazidas por Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015), apresentam características que remetem à dimensão Pensamento Algorítmico (CSIZMADIA, et al., 2015), pois avaliam partes do código que apresentam um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções claras necessárias para a solução de um problema.

Os autores do quadro de avaliação, trazem, também, as avaliações sobre Decomposição de Problemas que é correlata à Dimensão da *Computer at School*, contudo os mesmos associam essa avaliação com a dimensão Abstração. Segundo Csizmadia, et al. (2015), o ato de decompor possibilita resolver problemas complexos de forma mais simples, facilita a compreensão de novas situações e possibilita projetar sistemas de grande porte, já a abstração é o processo de tornar um artefato mais compreensível, ocultando detalhes não essenciais. Não fica claro o motivo pelo qual Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015), avaliam esses dois conceitos a partir da mesma métrica. A partir disso, na adaptação da metodologia adotada por essa pesquisa, com base nas avaliações desses autores, essas habilidades foram desmembradas e a dimensão Abstração foi avaliada de maneira subjetiva, levando em consideração que os estudantes fazem esse processo quando pensam no tipo de representação que querem fazer no planejamento do projeto.

Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015), também avaliam a habilidade Interatividade do Usuário, que caracterizam como uma forma de fazer com que o usuário interaja de alguma forma com o computador ou com um programa que estiver sendo executado, a partir dos aspectos avaliados nesse campo, não fica claro à qual dimensão do PC (CSIZMADIA, et al., 2015) ela se aproxima.

Levando em consideração esses aspectos, no gráfico 1, podemos verificar a pontuação dos grupos, conforme quadro 12:

GRÁFICO 1: PONTUAÇÃO DOS PROJETOS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES (TENDO COMO REFERÊNCIA O QUADRO 12)



Fonte: o autor (2023).

A partir da observação do gráfico, temos que a dimensão Decomposição de Problemas apresenta como média 1. Ao analisarmos os projetos entregues pelos estudantes (figuras 13, 15 e 17), notamos que nenhum fez o uso de procedimentos (construir blocos de programação), ou clone de sprites. A decomposição de problemas, associada ao ato de resolver um problema grande e complexo dividindo-o pequenos problemas mais simples e, consequentemente, mais fáceis de solucionar, foi caracterizada por Selby (2015), como o conceito que apresenta maior dificuldade de assimilação no contexto do Pensamento Computacional.

Os estudantes, para resolver alguns problemas, não se deram conta de que ao construir blocos de programação personalizados, esses poderiam facilitar visto que também poderiam ser utilizados em outros contextos. O processo de construção de blocos e clone de sprites também está associado à habilidade de reconhecimento de padrões, quando os estudantes identificam características

comuns nos problemas e otimizam a solução de problemas, fazendo o uso de soluções aplicadas em problemas similares e com base em experiências anteriores.

Na dimensão Raciocínio Lógico, observamos que os grupos B e C pontuaram 1. O grupo B (figura 15), apresentou construiu seu código em forma de sequência, sem o uso de blocos de controle ou condicionais. O código do grupo C (figura 17) também apresenta essa mesma característica, com a adição da estrutura de controle “sempre”. Já o grupo A (figura 13), fez a utilização de blocos REPITA ATÉ QUE, para fazer com que o objeto seguisse o ponteiro do mouse até chegar ao seu destino final.

A falta de utilização de estruturas de controle de fluxo e de condicionais pode ser um indício de que as atividades para exercitar a utilização do *Scratch* não foram o suficiente para que os estudantes compreendessem como utilizar esse tipo de estrutura, fazendo com que eles “escrevessem” o código como um passo-a-passo contínuo. Ao serem questionados durante a apresentação sobre como poderiam melhorar seus códigos nesse sentido, E1A respondeu sobre o projeto de seu grupo:

Se é um jogo, poderia ter uma verificação de SE o usuário colocar a macromolécula no local correto ENTÃO o personagem poderia falar o texto se apresentando, SENÃO poderia falar um texto do tipo “resposta incorreta, tente novamente” (E1A).

O estudante E3B também respondeu: “No nosso, como é uma animação, poderia ficar repetindo os eventos até que o usuário desse algum comando para parar” (E3B). As respostas mostram evidências de pensamento algorítmico, visto que os estudantes apresentam noção de que a programação no *Scratch* deve seguir um passo-a-passo, apontado por Sentance e Csizmadia (2017) como um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções claras que são necessárias para a construção ou solução de um problema.

A partir da análise dos aspectos relacionados à dimensão Sincronização, observa-se que os grupos obtiveram diferentes pontuações. O grupo A não conquistou nenhum ponto, visto que o grupo não projetou nenhum evento que fosse executado após a ocorrência ou finalização de um outro determinado

evento ou de outro bloco de programa, o funcionamento do seu código dependia de uma interação do usuário. O grupo B obteve dois pontos por terem feito a utilização de mensagens. No *Scratch*, as mensagens permitem que um código seja executado após a finalização de outro. E4B explica o funcionamento do código:

Quando a bandeira verde é clicada, o ator K+ se apresenta e desliza da matriz extracelular para a matriz intracelular através da membrana, quando acaba o processo, ele transmite a mensagem K+, o que faz com que o ator K+¹ execute seu código e assim por diante até a finalização da execução (E4B).

O grupo C, por terem utilizado a configuração para mudança de cenário, obtiveram a pontuação máxima (3 pontos).

Quanto ao Paralelismo, representa que mais de um evento entre em execução simultaneamente, os grupos B e C fizeram 1 ponto cada. Ambos utilizaram o comando “quando a bandeira verde for clicada” para inicializar algum evento. Já o grupo A, pontuou 2 por ter associado a inicialização do programa a uma interação com o usuário, como podemos ver na figura 13.

Tanto Paralelismo quanto Sincronização também podem ser associados à habilidade de Pensamento algorítmico, visto que versam sobre o uso de estruturas que controlam a sequência de etapas de execução dos programas.

A Dimensão Interatividade com o usuário atribuiu dois pontos aos grupos A e C pelo uso de recursos como o mouse e teclado para executar códigos. O grupo B pontuou 1 por apenas usar a bandeira verde para iniciar o programa.

Sobre a abstração, podemos observá-la quando os grupos, a partir de um tema de Biofísica, apresentam uma ideia de como irão representá-la por meio de um programa e depois vão inserindo detalhes na construção do projeto. Essa abordagem é tipo *top-down*. Também é possível percebê-la quando um aluno pensa em uma ideia básica e depois vai acrescentando camadas superiores (abordagem *bottom-up*). Por exemplo, ele imagina o movimento aleatório de alguma partícula e depois elabora uma situação em que ele pode conceber várias partículas se movimentando e colidindo. Os Grupos apresentam essa característica quando trazem a explicação dos aspectos biofísicos envolvidos

nos seus projetos, porém com mais detalhes (detalhes não fundamentais para a construção da representação no *Scratch*) do que apresentados em suas produções:

As macromoléculas envolvidas na estrutura da membrana celular são principalmente os lipídeos, as proteínas e os carboidratos. Devido a sua natureza dinâmica e flexível, essa estrutura é conhecida como o modelo do “mosaico fluido” (E2A).

Existem dois principais tipos de transporte nas membranas biológicas:
Transporte Passivo:

- Movimento a favor do gradiente de concentração (alto para baixo);
- Não requer gasto de energia;
- Envolvem proteínas de canal e proteínas carreadoras para facilitar o transporte seletivo de substâncias.

Transporte Ativo:

- Movimento contra o gradiente de concentração (baixo para alto).
- Requer gasto de energia, geralmente em forma de ATP.
- Utiliza bombas de íons para transportar íons contra seus gradientes de concentração.

Esses processos de transporte garantem o equilíbrio eletroquímico das células e são essenciais para suas funções metabólicas e fisiológicas adequadas (E4B).

A correlação entre biomembranas e um circuito R-C permite entender como a membrana celular atua como uma barreira seletiva (resistor) e como os bioelementos presentes, como carboidratos e proteínas, podem armazenar informações e permitir a comunicação celular (capacitores). Os meios intra e extracelular funcionam como elementos condutores e as diferenças de concentração e cargas elétricas criam uma força eletromotriz que influencia o transporte de substâncias através da membrana (E2C).

A partir desses dados, podemos observar que as médias referentes às avaliações dos projetos mediante as dimensões definidas no quadro 12, ficou entre 1 e 2 pontos, caracterizando que os programas entregues pelos estudantes estão entre o nível básico e intermediário de desenvolvimento. Podemos atribuir essa média ao fato de que todos os estudantes que participaram da SD tiveram o seu primeiro contato com o *Scratch* durante a execução da atividade. Outro fator importante é que as aulas, inicialmente planejadas para serem presenciais para o acompanhamento mais próximo da evolução dos estudantes, passaram a serem remotas devido a uma greve de ônibus que afetou o cotidiano na cidade onde a pesquisa foi feita.

6.2.A inserção de Pensamento Computacional na disciplina de Biofísica: Uma Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) a partir das concepções e olhares da docente responsável pela disciplina

Com o propósito de identificar limites e possibilidades da utilização do Pensamento Computacional no ensino de Biofísica na educação superior, foi realizada uma entrevista com a professora responsável pela disciplina.

Na entrevista, gravada em áudio e transcrita (encontra-se na íntegra no Apêndice C), as seguintes perguntas foram utilizadas:

- 1) Cauduro e Lüdke (2017), em uma revisão de literatura, levando em consideração trabalhos publicados sobre o ensino de biofísica entre os anos de 2004 e 2016, relatam que este processo apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes. Para resolver esse problema, os autores apresentam como necessária a criação de estratégias didáticas que atraiam mais a atenção dos estudantes, e apresentam como um dos caminhos a integração de metodologias que articulem os conteúdos da disciplina ao cotidiano dos estudantes e às tecnologias. O que a senhora pensa sobre isso?
- 2) A Computer Science Teachers Association e Machinery (CSTA) classifica o PC como uma abordagem para resolver problemas de uma forma que possa ser implementado com a ajuda de um computador. Com ele, os estudantes poderiam então transformar-se de meros utilizadores, para construtores de soluções para seu cotidiano, desenvolvendo um conjunto de habilidades, tais como abstração, reconhecimento de padrões, pensamento algorítmico e decomposição e a partir delas, criar artefatos reais e virtuais. Esta metodologia de resolução de problemas inerente ao pensamento computacional, pode ser aplicada a biofísica?
- 3) Sobre os estudos dirigidos que os estudantes responderam na sequência didática, as respostas apresentaram um resultado esperado do ponto de vista da biofísica?

- 4) Na apresentação dos projetos criados no *Scratch* pelos estudantes, pôde-se perceber um domínio sobre o conteúdo de biofísica no que estava sendo apresentado?
- 5) Fazendo uma comparação entre esse semestre (com a aplicação dessa sequência didática) e semestres anteriores, a senhora vê diferença nas evidências de aprendizagem dos estudantes?
- 6) A senhora viu alguma limitação (de forma geral) durante a aplicação da sequência didática?
- 7) O que a senhora mudaria na sequência didática?

Na construção da análise de conteúdo, foram seguidos os passos descritos na seção 4.3.1, mais especificamente, as etapas apresentadas na figura 7. A entrevista foi transcrita e lida, sendo, assim, realizada a primeira etapa de pré-análise, na qual o material é organizado. No processo de exploração do material (etapa 2), definimos as seguintes categorias a serem analisadas com base nas perguntas feitas na entrevista (quadro 16):

QUADRO 16: TRANSFORMAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS EM CATEGORIAS

Pergunta(s)	Categoria
1	Possibilidades para o ensino de Biofísica na educação superior
2	Concepção da docente a respeito da articulação entre Pensamento Computacional e o ensino de biofísica
4, 5, 6 e 7	Olhares da docente sobre a aplicação da sequência didática

Fonte: O autor (2023).

A partir das categorias criadas, podemos fazer as inferências e interpretações das concepções da docente a partir de suas respostas e discutí-las com base em autores das áreas.

6.2.1. Conhecendo a docente responsável pela disciplina

Integrante do quadro efetivo da universidade desde 2015, atuando no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, a docente tem formação inicial no curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, mestrado e doutorado em Biociência Animal. Desde sua graduação, pesquisa na área de Biofísica, compondo um grupo de pesquisa em Biofísica Experimental e integrando a equipe de diversos projetos de pesquisa.

A contar do ingresso na Universidade, vem atuando na área de Bioquímica e Biofísica do referido Departamento. Em suas atividades de ensino se dedica às disciplinas relacionadas a Biofísica nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Bacharelado em Ciências Biológicas, Medicina Veterinária, Zootecnia, Licenciatura em Física e Licenciatura em Educação Física.

A docente não tinha conhecimento prévio sobre Pensamento Computacional. Visto a necessidade de apresentar essa perspectiva a mesma, foram feitas reuniões entre a docente e o pesquisador, onde foram discutidos os conceitos e habilidades envolvidos no Pensamento Computacional.

6.2.1. Possibilidades para o ensino de Biofísica na educação superior

A biofísica é caracterizada como um componente curricular interdisciplinar que envolve aspectos relacionados à física para a compreensão de fenômenos biológicos. Para Glaser (1996, p. 1), “Biofísica é uma ciência interdisciplinar em algum lugar entre Biologia e Física, como pode ser concluído a partir de seu nome, e é, além disso, conectada com outras disciplinas, como Matemática, Físico-química e Bioquímica”. Segundo a entrevistada, a disciplina é “a junção

da biologia com a física, que são duas disciplinas que são (...), acho que [tem] um alto grau de complexidade”, e que “fazer a interdisciplinaridade entre elas duas é algo que realmente gera um desafio”.

Cauduro e Lüdke (2017) relatam que o ensino de Biofísica “apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes e consequentemente suas atividades profissionais futuras”. Os autores levantam como possibilidade para superar esse obstáculo a inserção de metodologias ativas no ensino dessa disciplina. A justificativa dos mesmos para isso é que esse tipo de metodologia de ensino colocaria o estudante como protagonista de sua própria aprendizagem e aguçaria seu interesse pelo conteúdo.

Neste ponto, a entrevistada acrescenta que outro obstáculo que observa em seu cotidiano como docente é a questão de os discentes apresentarem um déficit educacional relacionado à disciplina de física na educação básica. Nesse sentido, Drigo-filho (2013, p. 2) afirma a compreensão da biofísica “exige uma sólida formação inicial em conteúdos tradicionais de Física, todo o ferramental matemático e o método experimental, além é claro, de conhecimentos dos sistemas biológicos”, corroborando com a afirmativa da entrevistada.

A partir desses fatos, a docente concorda com Cauduro e Lüdke (2017) na questão de que a inserção de metodologias ativas no ensino de biofísica é uma possibilidade que poderia trazer benefícios:

De fato, a aplicação dessas metodologias consegue trazer esse aluno [mais para perto do objeto de aprendizagem] para que ele perca o preconceito que ele já chega na disciplina. [Os alunos chegam] achando que vai ser algo mais difícil ou que não é possível de ser entendido, e então a utilização de outras ferramentas diferente da metodologia tradicional, que a gente já percebe que realmente não apresentam um rendimento tão bom quanto o esperado. A aplicação dessas ferramentas pode ser um fator de melhoria no processo de ensino e aprendizagem desses alunos (Recorte da fala da Entrevistada).

Freire (2011) discute que o ensino “descontextualizado e memorístico”, inferência para o que a entrevistada chama de “metodologia tradicional”, é incapaz de formar seres críticos, ou seja, seres que utilizam o rigor da crítica para despertar dúvidas em si mesmos, que usam da curiosidade para ir além. Portanto, fugir de uma metodologia tradicional de ensino pode fazer com que o

estudante, a partir de curiosidade se interesse mais em um determinado objetivo de ensino-aprendizagem. A respeito da curiosidade, autor complementa:

É a força criadora do aprender de que fazem parte da comparação, repetição, a constatação, a dúvida rebelde, a curiosidade não facilmente satisfeita, que supera os efeitos negativos do falso ensinar. Esta é uma das significativas vantagens dos seres humanos – a de terem tornado capazes de ir mais além de seus condicionantes (FREIRE, 2011, p. 47).

Airiczon e Cudmani (2009), apresentam como proposta para a construção e conhecimentos em biofísica a possibilidade de um modelo de aprendizagem baseada em problemas e centrado no estudante, auxiliando o estudante no sentido de correlacionar os conteúdos com outras áreas do conhecimento, melhorando seu desempenho e capacidade de resolver problemas. Essa proposta se baseia nas teorias da Aprendizagem Significativa (AUSBEL, 2003) e Aprendizagem Baseada em Problemas (BORGES e ALENCAR, 2014). Os mesmos autores direcionam essa possibilidade didática para professores da educação superior.

6.2.2. Concepção da docente a respeito da articulação entre Pensamento Computacional e o ensino de biofísica

Pensamento Computacional é um conjunto de habilidades que facilitam a resolução de problemas, integrando processos mentais por meio de competências como organização, análise de dados, elaboração de algoritmos, abstração, modelagem, simulação, automação de soluções e paralelização (ARAÚJO, ANDRADE e SEREY, 2015). Nesse sentido, a docente responsável pela disciplina foi questionada se com esse conjunto de habilidades, destacando a possibilidade de os estudantes passarem de meros utilizadores, para construtores de soluções para seu cotidiano, poderia ser aplicada na disciplina de biofísica.

A entrevistada afirmou que sim, ou seja, que o pensamento computacional poderia ser articulado à biofísica focando a aprendizagem dos estudantes. A mesma pontua:

...você trazer dessa complexidade [no sentido de minimizar a complexidade], você conseguir separar alguns tópicos, como por exemplo, o que foi trabalhado na disciplina, que a gente parte de dois conteúdos que são macro, mas eles são ao mesmo tempo, têm muito detalhes (Recorte da fala da Entrevistada).

O uso da palavra “*separar*” pela docente, explicita uma compreensão ou relação acerca da dimensão “decomposição”, que segundo Csizmadia et al. (2015), é uma técnica que possibilita resolver problemas complexos de forma mais simples, facilita a compreensão de novas situações e possibilita projetar sistemas de grande porte. Essa relação fica mais clara no decorrer de sua resposta:

Como por exemplo, se você pensar em uma célula, que já é a unidade fundamental e dentro dessa unidade fundamental você tem estruturas que são de alta complexidade, mas tão num nível mais microscópico ainda. Então, esse processo do pensamento computacional, eles conseguem separar [o problema] em blocos, [sistematizar] essas informações e conseguir organizar e nesse sentido [para] trazer essa resolução do problema (Recorte da fala da Entrevistada).

Liukas (2015) relata que a decomposição é um processo pelo qual os problemas são quebrados em partes menores. Ao observar sistemas complexos, como a organização das células biológicas, como destacado pela professora, torna-se consideravelmente mais desafiador quando não há nenhuma forma de decomposição. Ao lidar simultaneamente com vários estágios distintos, a observação do problema se torna mais complicada. Uma maneira de facilitar a resolução é dividir o problema em partes menores e abordá-las individualmente. Essa prática não apenas simplifica a abordagem, mas também intensifica a atenção aos detalhes.

No recorte acima, podemos deduzir, também, uma referência a dimensão abstração, quando, no uso da analogia com as células biológicas, se refere às estruturas de alta complexidade (entendemos como uma referência às organelas), e para solucionar essa questão a mesma fala em “*trazer dessa complexidade*”, aferimos que a mesma se refere a uma forma de ignorar os detalhes que não fazem parte do foco do estudo e o fato de existirem diversos tipos de células e que as estruturas citadas são diferentes quando comparados os tipos celulares. Para Liukas (2015), essa dimensão é um processo de separação de detalhes que não são necessários para poder se concentrar em

coisas que são importantes, o importante para a professora (e para os estudantes) era representar essa complexidade do funcionamento das células e, portanto, ignorando detalhes não fundamentais.

A docente segue a resposta pontuando:

Pensamento computacional ele é interessante, porque não necessariamente o que a gente teve contato com a prática que embora tenha sido utilizado uma ferramenta computacional, ele também, a parte da criação e da idealização ele não necessariamente precisa ter a máquina (Recorte da fala da Entrevistada).

Nesse trecho, infere-se que a docente se refere ao fato de os estudantes fazerem essa decomposição do problema antes mesmo de utilizarem uma ferramenta computacional, dividindo esse problema em partes menores subconscientemente.

Contudo, segundo pesquisas na área de pensamento computacional, decomposição é o conceito que apresenta maior dificuldade de assimilação nesse contexto (SELBY, 2015), e isso se reflete nas produções dos estudantes, como podemos ver na seção 6.1.4 desta dissertação, quando no gráfico 1 notamos que todos os grupos obtiveram pontuação 1 nessa dimensão, o que caracteriza um nível básico de desenvolvimento de pensamento computacional.

Como pudemos notar, a biofísica representa fenômenos biológicos a partir de uma interação com princípios da física, que geralmente apresentam uma alta complexidade. Nesse sentido, o Pensamento Computacional poderia ser um recurso ao pensar nesses fenômenos, visto que essas habilidades tendem a organizar a solução de problemas complexos em etapas sistematizadas, reconhecendo padrões, abstraindo detalhes não fundamentais, decompondo a problemática em partes, facilitando uma construção algorítmica da solução do problema.

6.2.3. Olhares da docente sobre a aplicação da sequência didática

Para Pais (2002), sequência didática consiste em um conjunto específico de aulas previamente planejadas e analisadas, com o propósito de observar

situações de aprendizagem que abrangem os conceitos delineados na pesquisa didática. Segundo Vigotski (2001), os processos de ensino desempenham um papel fundamental na aquisição de conhecimento. Nesse sentido, a sequência didática que deu origem aos resultados analisados foi planejada com a finalidade de apresentar aos estudantes as bases, definições e dimensões do Pensamento Computacional e como podemos desenvolver habilidades próprias dessa abordagem no aprendizado em Biofísica, utilizando programação em blocos com o *Scratch*.

Na sequência didática, os estudantes participaram de aulas sobre Pensamento Computacional, *Scratch* e Biofísica das Membranas Biológicas. Para inferir o nível de aprendizagem conceitual dos estudantes, foi solicitado que os mesmos respondessem um estudo dirigido sobre o conteúdo teórico da disciplina. A partir da análise da docente responsável pela disciplina das respostas entregues pelos estudantes nessa etapa da SD, a mesma expõe: “Se a gente pensar no que é colocado em sala de aula e no conteúdo como um todo, elas (as respostas) trazem informações muito básicas”. A entrevistada teoriza sobre esse resultado inicial:

Eu entendo que isso acaba tendo um viés do próprio contexto. Da falta de informação que eles não têm e que eles já deveriam (...) ter consigo, em relação a formação do ensino médio, da escola. Então, muitas vezes, eu entendo que é um uma falta de embasamento que vai além da biofísica e algo que é mais abaixo que a biofísica, da própria física e da biologia. Então, essa falta de talvez de habilidade ou de treino mesmo de conseguir fazer essa junção, de pegar o que se aprendeu no nível básico transpor para o que a gente trabalha aqui no nível da graduação e fazer essa intersecção, eu acho que isso é um dos fatores que reflete na forma como os estudos são dirigidos são respondidos (Recorte da fala da Entrevistada).

Nesse trecho da entrevista a docente destaca a possibilidade de que a dificuldade reside na falta de habilidade ou treino para articular e unir conhecimentos adquiridos em diferentes níveis educacionais, que isso reflete no fato dos estudos serem razoáveis e que falta ao estudante a capacidade de construir um conhecimento em uma discussão aprofundada. A mesma levanta o questionamento de que talvez a falta de ato de escrever pode ser uma razão para o discurso transcrito parecer superficial, sugerindo que a habilidade de expressão escrita pode ser um componente crítico.

Contudo a docente nota que durante a apresentação oral dos projetos desenvolvidos no *Scratch*, os estudantes conseguem avançar em alguns aspectos, indicando que podem ter uma compreensão mais sólida do material do que o discurso transcrito reflete: “durante a apresentação, por exemplo, quando eles estão nessa parte de oralizar aquilo que eles estudaram, a gente vê que eles conseguem avançar em alguns aspectos”, mesmo que, segundo ela, os estudantes ainda apresentassem algumas confusões conceituais em suas falas.

A partir disso, podemos inferir que após os estudantes apenas assistirem aulas teóricas sobre o conteúdo da disciplina, em parte de forma “tradicional” (momento 3 da SD), os mesmos desenvolveram uma compreensão rasa sobre o conteúdo, e após a produção dos projetos nos *Scratch* os mesmos conseguiram aprofundar seus conhecimentos. Isso pode ter se dado pelo fato dos mesmos, ao representarem estruturas e fenômenos das membranas biológicas, terem dado significado ao que foi visto na parte teórica da disciplina, caracterizando assim que a SD promoveu a aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2012, p. 20),

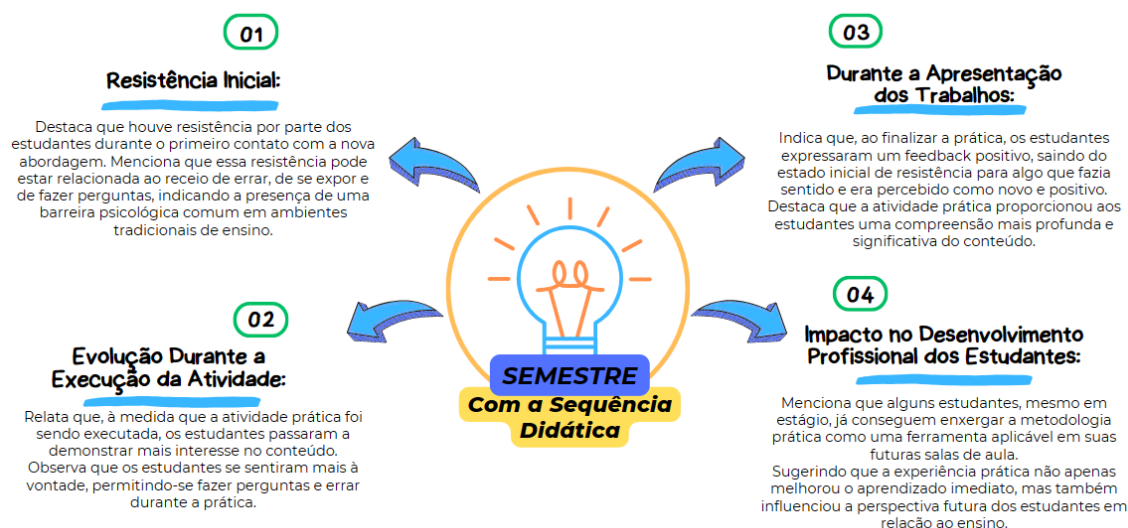
A aprendizagem significativa decorre da interação não arbitrária e não literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) especificamente relevantes. Através de sucessivas interações, um dado subsunçor vai, de forma progressiva, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

Ao fazer uma comparação entre o semestre em que o conteúdo de Biofísica de Membranas foi dado seguindo os moldes desta SD com semestres anteriores que a metodologia de ensino utilizada foi a tradicional, a mesma destaca algumas diferenças:

Com o decorrer da execução da atividade eles passaram a ficar mais interessados no conteúdo. E conseguiram entender, desenvolver, eu acho que, comparando com outros semestres em que a gente trabalhou com a aula clássica, até por conta dessa (...) talvez o medo de errar, o medo de se expor, o medo de se perguntar, com a realização da prática a gente percebeu que eles ficavam mais à vontade. Se permitiam perguntar, errar, que foi o feedback que a gente viu durante a apresentação dos trabalhos, é que saiu desse cenário de resistência para algo que fazia sentido e que podia ser algo novo e positivo (Recorte da fala da Entrevistada).

A partir das respostas da docente sobre essa comparação, elaboramos um mapa mental (figura 19):

FIGURA 19: MAPA MENTAL: DIFERENÇAS OBSERVADAS PELA DOCENTE COMPARANDO SEMESTRES COM E SEM A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Fonte: O autor (2023).

Ao ser questionada quais as limitações que observou durante a aplicação da SD, a entrevistada destaca limitações relacionadas ao tempo e à introdução de conceitos novos:

A limitação foi mais em relação ao tempo por conta de se tratar de conceitos novos e que eles não estão acostumados a lidar, por conta do próprio... da forma clássica que a gente acaba adotando. E aí, talvez, mais tempo para se dedicar melhor a cada etapa da sequência didática e entender (Recorte da fala da Entrevistada).

Aponta que a limitação do tempo está relacionada ao fato de os conceitos serem novos para os estudantes, e eles não estarem acostumados a lidar com essas ideias. Sugere que a abordagem pode não ter proporcionado o tempo adequado para a assimilação e compreensão profunda desses novos conceitos. A partir disso, podemos inferir que pode haver uma resistência ou falta de familiaridade por parte dos estudantes com uma abordagem que foge do

convencional, o que pode ter contribuído para a dificuldade na aplicação plena da sequência didática, segundo a docente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa apresentou, a partir de uma metodologia qualitativa por meio de um estudo de caso, uma sequência didática feita em uma disciplina de Biofísica no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade pública do nordeste brasileiro. A sequência didática (SD) foi proposta em conjunto com a docente responsável pela disciplina e envolvia conceitos como: Pensamento Computacional: suas bases e definições; Programação em blocos com o *Scratch*; e Biofísica das Membranas Biológicas.

Para alcançar ao objetivo geral “Descrever como estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro, a partir de programação em blocos com o *Scratch*, podem desenvolver habilidades baseadas no Pensamento Computacional na representação de processos e estruturas das Membranas Biológicas na disciplina Biofísica”, apresentamos um percurso metodológico composto inicialmente por pesquisa bibliográfica, a partir de um Mapeamento Sistemático de Literatura, a fim de compreender a visão geral das pesquisas publicadas que envolvem Pensamento Computacional (PC) e Ensino de Ciências Biológicas.

No MSL, foram considerados pesquisas publicadas entre 2018 e 2022, nas línguas inglesa e portuguesa em anais de eventos, periódicos e dissertações e teses. Neste, a partir de 5 textos que se encaixavam nos critérios elencados no mapeamento, pudemos observar o foco das pesquisas (objetivos), como essas pesquisas foram feitas (metodologia), quais os assuntos de ciências biológicas considerados e quais dimensão do pensamento computacional abordados. O MSL identificou que a maioria dos trabalhos tinham como tema aspectos relacionados à ecologia e que o principal foco, como dimensão do pensamento computacional foi o pensamento algorítmico, abordado em todos os trabalhos.

A partir disso, com a finalidade de atingir os objetivos específicos, propomos uma SD que, durante seu processo de execução, apresentou o PC aos atores sociais da pesquisa, suas bases, definições e dimensões, além das possibilidades de uso do software *Scratch* e como podemos articular o ensino de

Biofísica com habilidades de PC a partir dessa plataforma. Com os resultados, pode-se identificar limites e possibilidades da utilização do Pensamento Computacional no ensino de Biofísica na educação superior.

A SD proposta nesta pesquisa aconteceu em 20 horas/ aula, divididas entre os conceitos supracitados. No primeiro momento da SD, os estudantes assinaram o TCLE e foi apresentada uma introdução sobre os aspectos que seriam trabalhados nas aulas seguintes. Após isso, aos estudantes foram apresentados à plataforma *Scratch* e, a partir disso, os mesmos fizeram exercícios para conhecer a IDE. A fim de apresentar os conceitos de biofísica envolvidos na SD, foram disponibilizados aulas e materiais de apoio para os estudantes. A partir dos estudos com o *Scratch* e dos conceitos biofísicos, os estudantes, em grupos, construíram projetos na plataforma com representações de estruturas e funcionamento das membranas biológicas, transportes através das membranas biológicas e funcionamento elétrico das membranas biológicas.

A partir das análises dos projetos produzidos, pudemos aferir os níveis de desenvolvimento de habilidades de PC a partir de uma adaptação da metodologia utilizada por Moreno-León, Robles e Roman-Gonzalez (2015) que se baseia no software Dr. *Scratch*, com pontuações referentes às habilidades decomposição de problemas, raciocínio lógico e controle de fluxo, sincronização, paralelismo, interatividade com o usuário e abstração, pontuando os níveis básico, intermediário e avançado, conforme o quadro 17:

QUADRO 17: PONTUAÇÕES DOS GRUPOS POR HABILIDADE DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL

HABILIDADE DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL	PONTUAÇÕES		
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
Decomposição de Problemas	1	1	1
Raciocínio Lógico e Controle de Fluxo	3	1	1
Sincronização	0	2	3
Paralelismo	2	1	1
Interatividade do usuário	2	1	2
MÉDIA GERAL	1,6	1,2	1,6

Fonte: O autor (2023).

Analisando os dados, podemos observar que os estudantes apresentaram uma média geral de desenvolvimento no nível básico (média geral entre 1 e 2 pontos). Para compreender esse fenômeno, três fatores precisaram ser considerados:

1. Para os estudantes, este foi o primeiro contato com os conceitos de PC e com a plataforma *Scratch*;
2. Por ser o primeiro contados dos estudantes com a plataforma, o tempo foi um fator limitador visto que os mesmos precisaram compreender o conteúdo da disciplina juntamente com aprender a manipular os comandos para produzir seus projetos no *Scratch*;

3. Após o início da aplicação da SD, houve uma greve no transporte público na cidade onde fica sediada a Universidade, inviabilizando as aulas que inicialmente foram planejadas para serem presenciais, fazendo com que a SD fosse adaptada para aulas remotas síncronas e assíncronas até o final da greve (momento 6 da SD).

O grupo A apresentou maior desenvolvimento da habilidade Raciocínio Lógico e Controle de Fluxo por usar estruturas de controle de fluxo com condicionais. Os grupos B e C apresentaram uma maior pontuação na habilidade Sincronização, por utilizar blocos de mensagens. No *Scratch*, as mensagens permitem que um código seja executado após a finalização de outro. Esses tipos de habilidades podem ser relacionadas à dimensão Pensamento Algorítmico do PC, que é definida como planejamento de um algoritmo como uma estratégia ou um conjunto de instruções claras que são necessárias para a construção ou solução de um problema (SENTANCE & CSIZMADIA, 2017).

Wing (2006) conceitua como “os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções para que as soluções sejam representadas de uma forma que possa ser executada por um agente de processamento de informações”. Alguns autores apontam que para conseguir compreender o problema e planejar uma solução, os estudantes precisam de todas as dimensões: abstrações para entender o problema; decomposição para dividir o problema em pequenos problemas solucionáveis; algoritmos para encontrar a solução passo a passo para o problema; e, possivelmente generalizações para generalizar a solução para uma maior variedade de problemas (SELBY & WOOLLARD, 2013).

A partir de uma entrevista com a docente responsável pela disciplina, analisada conforme a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), nota-se que a mesma concorda com autores de sua área quanto à necessidade de inserção de metodologias ativas com o uso de tecnologias na disciplina e que o PC pode ser articulado a ela.

Considerando a pergunta de pesquisa *Estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas podem desenvolver habilidades de Pensamento Computacional na representação de processos e estruturas das Membranas Biológicas no contexto da disciplina Biofísica?*, e os resultados obtidos, podemos aferir que no contexto apresentado nesta pesquisa, os estudantes desenvolveram habilidades próprias do PC. O conteúdo de biofísica de membranas pode ser articulado com habilidades de PC, visto que a disciplina, que tem como característica a complexidade que envolve conceitos de química, física e biologia pode ser facilitado quando consideradas as dimensões decomposição, pensamento algorítmico, reconhecimento de padrões e abstração na elaboração e resolução de problemas.

Como limitação apontamos que tempo da SD foi curto para que os estudantes pudessem conhecer a ferramenta *Scratch* e os conteúdos de Biofísica de Membranas, que foi agravado pela greve no transporte público impactou o processo, visto que o curso é presencial e os estudantes estão acostumados a, em seu cotidiano, ter a figura do professor presente fisicamente no processo de aprendizagem do conteúdo, o que pode ter feito esse acompanhamento mais próximo aos estudantes na construção do projeto (acompanhamento presencial) ficar comprometido. Uma possibilidade para a solução da questão do tempo seria a inserção de uma disciplina que trabalhasse Pensamento Computacional no Ensino de Ciências na Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, o que faria com que o estudante fosse mais bem preparado para a integração desse tipo de abordagem em outros componentes curriculares.

Considerando as descobertas e limitações apresentadas nesta dissertação, algumas oportunidades para futuras pesquisas surgem, abrindo caminho para contribuições significativas no campo da compreensão de como o PC pode ser articulado a disciplina de Biofísica em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. Uma direção promissora para essas pesquisas envolve a implementação de metodologias correlatas em outros conteúdos, ampliando do olhar sobre o indivíduo, compreendendo como os estudantes, individualmente, desenvolvem habilidades de PC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Modelo de construcción Del conocimiento em Biofísica para Carreras de Medicina. **Revista de Enseñanza de la Física**. v. 22, n. 2: p. 29-41, 2009.
- ALMEIDA-FILHO, Naomar de. Transdisciplinaridade e saúde coletiva. **Ciência & saúde coletiva**, v. 2, p. 5-20, 1997.
- ARAUJO, A. L., ANDRADE, W., E SEREY, D. (2015). Pensamento computacional sob a visão dos profissionais da computação: uma discussão sobre conceitos e habilidades. In **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, volume 4, page 1454.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BANDURA, A. Going Global With Social Cognitive Theory: From Prospect to Paydirt. In S. I. Donaldson, D. E. Berger, & K. Pezdek (Eds.), **Applied psychology**: New frontiers and rewarding careers (pp. 53–79). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- BANDURA, A. Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. **Educational Psychologist**, 28(2), 117–148, 1993.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3.
- BANDURA, A. Social cognitive theory: an agentic perspective. **Annual Review of Psychology**. Palo Alto: Annual Reviews, 2001. v.52, p.1-26.
- BANDURA, A. **Social learning theory**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1977.
- BARBOSA, L. L. S.; MALTEMPI, M. V. Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, 3(3), 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARROS, T. T. T. **Formação em Pensamento Computacional utilizando Scratch para Professores de Matemática e Informática da Educação Fundamental**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2020.
- BATISTA, D. A.; DIAS, C. L. O. Processo de Ensino e de Aprendizagem Através dos Jogos Educativos no ensino fundamental. **Colloquium Humanarum**, 9, p. 975-982, 2012.

BERS, M. U.; RESNICK, M. **The official ScratchJr Book**: help your kids learn to code. 1. ed. California: Amazon, 2015.

BOE, B. et al. Hairball: Lint-inspired static analysis of *Scratch* projects. In: **Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (SIGCSE '13), p. 215–220. ISBN 978-1-4503-1868-6.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**. n.4, p. 119-143, 2014.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum**: Educação é a base, Brasília, MEC-SE-SEB, CNE, CONSED, UNDIME, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 30 de setembro de 2020.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30/04/2023.

BUNDY, A. Computational Thinking is Pervasive. **Journal of Scientific and Practical Computing**, v. 1, p. 67–69, 2007.

CAUDURO, P. J. **Um estudo da metodologia de Robert Gagné aplicada ao ensino de biofísica**. 236f. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Centro de Ciências Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

CAUDURO, P. J.; LÜDKE, E. Revisão bibliográfica sobre o ensino de biofísica: uma análise de artigos de 2004 a 2016. **Vivências**. Vol. 13, N.24: p.418-424, 2017.

CNE. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**, aprovado em 17 de fevereiro de 2022 – Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2022.

CODE. **Página da organização Code.org**. 2016. Disponível em: <https://code.org/>. Acesso em: 14/07/2022.

CORSO, G. Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 31(2), 2703-1, 2009.

CSIZMADIA, A.; CURZON, P.; DORLING, M.; HUMPHREYS, S.; NG, T.; SELBY, C.; WOOLLARD, J. Computational thinking - A guide for teachers.

Computing At School (CAS), 2015. Disponível em: https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818_Computational_Thinking_1_.pdf. Acesso: 11/05/2022.

CSTA - COMPUTER SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION & MACHINERY, A. Computer Science K–8: Building a Strong Foundation. **Jornal of Computer Science Teachers Association**, 2012.

CSTA/ISTE. **Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education**, 2011. Disponível em: https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf. Acesso: 11/05/2022.

DRIGO-FILHO, E. A física no contexto da biologia molecular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 1, 1302, 2013.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Caderno de Pesquisa**, n. 115, p. 139-154, março/ 2022.

DURÁN, J. E. R. **Biofísica**: Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Prentice Hall, 2011.

ELOY, A. A. d. S. et al. Programming literacy: Computational thinking in Brazilian public schools. In: **Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children**. New York, NY, USA: ACM, 2017. (IDC '17), p. 439–444. ISBN 978-1-4503- 4921-5.

FRANÇA, R. & TEDESCO, P. **Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil**. 2015. 10.5753/cbie.wcbie.2015.1464.

FRANÇA, R. S. **Uma abordagem pedagógica incorporada para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2020. 139f.

FRANÇA, R. S.; FERREIRA, V. A. S.; ALMEIDA, L. C. F.; AMARAL, H. J. C. A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação. In: XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação CSBC 2014. **SBC - Sociedade Brasileira de Computação**, p. 1473–1482, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Revisada e atualizada. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FURBER, S. Shut down or restart? - The way forward for computing in UK schools. London, England: **The Royal Society**, 2012.

GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 1998.

GATTI, B. A. Algumas considerações sobre procedimentos metodológicos nas pesquisas educacionais. **ECCOS–Revista Científica**, v. 1, n. 1, p. 63-80, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ªed. São Paulo: Atlas, 2017.

GLASER, R. **Biophysics**. Springer Verlag: Heidelberg, 1996.

GLASER, R. **Biophysics**. Springer Verlag: Heidelberg, 1996.

GOOGLE FOR EDUCATION. **What is Computational Thinking? Computational Thinking for Educators**, 2015.

HENEINE, I. F. **Biofísica Básica**. 2 reimp. Rio de Janeiro: Atheneu Editora, 1991.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION (ISTE). **Essential conditions**: Necessary conditions to effectively leverage technology for learning, 2016. <https://www.iste.org/standards/for-educators>.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (Orgs.) **Interdisciplinaridade**: para além da filosofia do sujeito (Petrópolis: Vozes, 2002).

KALELIOGLU, F.; GÜLBAHAR, Y.; KUKUL, V. A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. **Baltic Journal of Modern Computing**, v. 4, n. 3, p. 583–596, 2016.

KITCHENHAM, B., PRETORIUS, R., BUDGEN, D., BRERETON, O.P., TURNER, M., NIAZI, M., LINKMAN, S. Systematic Literature Reviews in Software Engineering – A Tertiary Study, **Information and Software Technology**, vol. 52, 2010, pp. 792–805.

KITCHENHAM, B.A., CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**, v. 6, n. 73, p. 2-23, 2005.

LIUKAS, L. **Hello Ruby**: adventures in coding. Feiwei & Friends, 2015.

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

MACHADO, M. M. O diário de bordo como ferramenta fenomenológica para o pesquisador em artes cênicas. **Sala Preta**, v. 2, p. 260-263, 2002.

MALONEY, J.; RESNICK, M.; RUSK, N.; SILVERMAN, B.; EASTMOND, E. The *Scratch* programming language and environment. In: **Communications of The ACM**, 2010. v. 10, n. 4, Article 16. DOI = 10.1145/1868358.1868363. <http://doi.acm.org/10.1145/1868358.1868363>.

MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARIOTTI, M. A. Introduction to proof: The mediation of a dynamic software environment. **Educational studies in mathematics**, v. 44, n. 1-3, p. 25-53, 2000.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2004.

MOHAGHEGH, D. M.; MCCAULEY, M. **Computational thinking**: The skill set of the 21st century. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, Vol. 7 (3) , 2016, 1524-1530, 2016.

MOREIRA, C. H.; ROCHA, G. B.; TENÓRIO, A. C.; SILVA, R. M.; ROCHA, I. C. P. A Biofísica na formação do biólogo e a opinião dos docentes formadores da área. In: **Anais do 16º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, Recife, PE, 2018.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, **Qurriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.

MORENO-LEON, J.; ROBLES, G.; ROMAN-GONZALEZ, M. Dr. *Scratch*: Automatic analysis of *Scratch* projects to assess and foster computational thinking. RED. **Revista de Educación a Distancia**, Universidad de Murcia, n. 46, p. 1–23, 2015.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MOTTA, F. C. P. **Teoria das Organizações**: evolução e crítica. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

NICOLESCU, B., et al. **O manifesto da transdisciplinaridade**. 1999.

NUNES, D. J. **Ciência da computação na educação básica**. Jornal da Ciência, 9 (09), 2011.

OLIVEIRA, E. C. L. **O uso do software *Scratch* no ensino fundamental**: possibilidades de incorporação curricular segundo professores dos anos iniciais. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAPERT, S. **Logo**: computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1988.

PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, Computers, And Powerful Ideas. Basic Books, 1980.

PAPERT, S.; SOLOMON, C. **Twenty things to do with a Computer**. Educational Technology Magazine, 1972.

PAVIANI, J. **Epistemologia prática**: ensino e conhecimento científico. Caxias do Sul: Educs, 2013.

PETERSEN K., VAKKALANKA, S., KUZNIARZ, L., Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update. **Information and Software Technology**, vol. 64, 2015, pp. 1–18.

PHILIPS, P. **Computational Thinking**: A Problem-Solving Tool for Every Classroom, 2008. Disponível em: <http://education.sdsc.edu/resources/CompThinking.pdf>. Acesso em: 26/07/2021.

RESNICK, M. **A tecnologia deve levar o aluno a ser um pensador criativo**. Nova Escola. 2014.

RESNICK, M. B. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. **American Educational Research Association meeting**. 2012, Vancouver – BC – Canadá.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. / Mitchel Resnick; tradução: Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral; revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.

RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFAI, Y. 2009. *Scratch*: Programming for all. **Comm. ACM** 52, 11, 60–67.

REZENDE, B. P.; SILVA, A. C. A.; COSTA-JUNIOR, M. S. Análise sobre o Pensamento Computacional em Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **Revista Dynamis**, v. 29, n. 2, p. 173-191, 2023.

ROYAL SOCIETY. **Shut down or restart**: The way forward for computing in UK schools. Retrieved from <http://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>.

SANTOS-FILHO, C. H. D. O USO DO SOFTWARE SCRATCH NO ENSINO DA GEOMETRIA. **Colloquium Exactarum**. ISSN: 2178-8332. Vol. 12. No. 3. 2020.

SCHUHMACHER, E.; SLOMP, E. M.; SCHUHMACHER, V. R. N. O Estudo de aula no desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional no ensino do tema ecologia. **Dialogia**, n. 40, p. 21738, 2022.

SCRATCH. **About Scratch**, 2022. Disponível em: <https://Scratch.mit.edu/about>. Acesso em: 28/07/2022.

SELBY, C. Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's Taxonomy. **The 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education**, London, United Kingdom. pp. 80-87, 2015. (doi:10.1145/2818314.2818315).

SELBY, C. & WOOLLARD, J. **Computational thinking**: the developing definition, 2013. Disponível em: <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>. Acesso: 24/02/2023).

SENTANCE, S.; CSIZMADIA, A. **Computing in the curriculum**: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Educ Inf Technol* 22, 469–495, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9482-0>.

ŠERBEC, I. N.; CERAR, Š.; ŽEROVNIK, A. Developing computational thinking through games in *Scratch*. **Education and Research in the Information Society**, p. 21-30, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**, 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>. Acesso em: 28/03/2022.

UNESCO, 2017. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Objetivos de Aprendizagem. **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura**, 2017.

VICARI, R. M.; MOREIRA, A. F.; MENEZES, P. F. B. **Pensamento computacional**: revisão bibliográfica, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197566/001097710.pdf>. Acesso: 17/05/2022.

VIGOTSKI, L. S. A. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WING J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Phil. Trans. R. Soc. A**.3663717–3725, 2008. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>.

WING, J. M. Computational Thinking Benefits Society. **Social Issues in Computing**. New York: Academic Press, 2014.

WING, J. M. Computational thinking. *Commun*, 2006. **ACM**, 49(3):33–35.

WING, J. M. **Computational Thinking: What and Why?**. 2010. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. Acesso em: 28/03/2022.

YADAV, A.; STEPHENSON, C.; HONG, H. Computational Thinking for Teacher Education. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 4, 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Penso Editora, 2015.

ZOPPO, M. B. **A contribuição do Scratch como possibilidade de material didático digital de matemática no ensino fundamental I**. Dissertação –

Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Curitiba, 2017. 135f.

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de
Mesquita Filho”
FACULDADE DE CIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
(PPGEdC)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado (a) participante,

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar.

Este estudo é intitulado “Pensamento computacional no ensino de biofísica na formação inicial de professores de biologia: utilizando programação em blocos com o *Scratch*”, e está sendo desenvolvido pelo mestrando no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência (UNESP/ Bauru), Marcos Paulo da Silva Santana, sob a supervisão do professor Dr. Wilson Massashiro Yonezawa. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo. Antes de assinar faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo).

OBJETIVOS DA PESQUISA	
Geral	Identificar como estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro desenvolvem estratégias baseadas no Pensamento Computacional na programação em blocos na elaboração de materiais educacionais na disciplina de Biofísica.
Específicos	Apresentar aos estudantes possibilidades oferecidas pela inserção de conceitos de programação na educação básica a partir do ensino de Ciências e Biologia utilizando as bases do Pensamento Computacional; Desenvolver atividades utilizando Pensamento Computacional a partir da programação em blocos no aplicativo <i>Scratch</i> ,

	e avaliar o desempenho dos estudantes em sua execução; Verificar limites e possibilidades da utilização do Pensamento Computacional no ensino de Biofísica.
--	---

A finalidade é contribuir para a compreensão dos potenciais do uso do Pensamento Computacional nos cursos de formação inicial de professores de ciências de modo a subsidiar a construção de novos olhares e práticas que potencializem o processo de formação inicial de professores; Diversificar as metodologias de ensino de Ciências Biológicas, integrando o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação; Apresentar aos estudantes possibilidades oferecidas pela inserção de conceitos de programação na educação básica a partir do ensino de Ciências e Biologia utilizando as bases do Pensamento Computacional; Propor uma sequência didática utilizando PC para o ensino de Biofísica, fundamentado na resolução de problemas e centrado no estudante e na sua forma de aprender.

Sua participação consiste em disponibilizar as produções realizadas no aplicativo *Scratch* como atividade realizada a partir de orientações do pesquisador para análise, constituindo os dados da pesquisa. Enfatizamos que sua identidade não será revelada no estudo, ou seja, os participantes da pesquisa serão mantidos anônimos nas publicações feitas a partir dos dados coletados.

Este projeto segue diretrizes éticas presentes nas Resoluções 466/12 e 510/16, do Conselho Nacional de Saúde e foi submetido à uma avaliação ética junto ao Conselho de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências (CEP-FC) da Universidade Estadual Paulista. O CEP-FC é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. É coordenado pelo Prof. Dr. Mário Lázaro Camargo, sediado na Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP - CEP 17033-360, telefone (14) 3103-9400 e seu e-mail é o cepesquisa@fc.unesp.br.

Risco envolvidos na pesquisa: constrangimento desencadeado por vazamento da identidade dos atores sociais da pesquisa. O pesquisador e as instituições e/ ou organizações envolvidas nas diferentes fases da pesquisa proporcionarão assistência imediata, bem como se responsabilizam pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da pesquisa.

Sua participação é voluntária. Você não terá nenhum prejuízo se não quiser participar. Você poderá se retirar desta pesquisa a qualquer momento, bastando para isso entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis. Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa com a participação de seres humanos, você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo.

Reiteramos que seus dados serão manuseados somente pelos pesquisadores e não será permitido o acesso a outras pessoas. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações).

Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Recife, ____ de ____ / 2023.

Participante da pesquisa

Nome completo:	
Assinatura:	

Pesquisador

Assinatura:	
--------------------	--

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com o pesquisador: Marcos Paulo da Silva Santana, mps.santana@unesp.br, (81) 9. 9795-3672; ou com o PPGEdC: edc.fc@unesp.br.

APÊNCIDE B – PLANOS DE AULA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador); DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA.		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 1	Tipo de aula: PRESENCIAL	Carga horária: 2 h/a
Objetivos		
✓ Apresentar a proposta da Sequência Didática; ✓ Introduzir conceitos como Pensamento Computacional e Biofísica de Membranas.		
Conteúdos		
✓ Introdução à Pensamento Computacional: ○ Conceito principal; ○ Suas Dimensões. ✓ Introdução à Biofísica de membranas: ○ O que é biofísica de Membranas; ○ Bicamada fosfolipídica; ○ Permeabilidade seletiva; ○ Potencial de membrana.		
Metodologia		
Aula expositiva dialogada.		
Recursos Didáticos		
Computador, TV/ Datashow, Quadro, piloto.		
Avaliação		
Participação na aula.		
Referências		
GARCIA, E. A. C, BIOFÍSICA, SARVIER (LIVRO); DURÁN, J. E. R, BIOFÍSICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES, PRENTICE HALL(LIVRO); CURI, R; PROCOPIO, J.; FERNANDES, L.C. PRATICANDO FISIOLOGIA, MANOLE LTDA (LIVRO); LIUKAS, L. HELLO RUBY: ADVENTURES IN CODING. FEIWEL & FRIENDS, 2015. RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFI, Y. 2009. <i>SCRATCH: PROGRAMMING FOR ALL</i>. COMM. ACM 52, 11, 60–67.		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador)		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM SCRATCH		
Aula: 2	Tipo de aula: PRESENCIAL	Carga horária: 2 h/a
Objetivos		
✓ Apresentar o <i>Scratch</i>; ✓ Apresentar a proposta de atividade; ✓ Estimular o debate de ideias entre os grupos.		
Conteúdos		
✓ <i>Scratch</i>: Plataforma de Programação em Blocos: ○ O que é programação em blocos; ○ Possibilidades de projeto: histórias animadas, jogos e outros programas interativos; ○ Versões online e offline. ✓ Proposta de atividade: Produzir um projeto no <i>Scratch</i> que represente um dos seguintes temas: estruturas e funcionamento da membrana, transportes através da membrana ou funcionamento elétrico da membrana.		
Metodologia		
✓ Aula expositiva dialogada; ✓ Distribuição dos estudantes em grupos; ✓ Brainstorming entre os estudantes sobre possibilidades de projeto.		
Recursos Didáticos		
✓ Computador, TV/ Datashow, Quadro, piloto; ✓ Plataforma <i>Scratch</i>; ✓ Projetos <i>Scratch</i>.		
Avaliação		
Participação na aula.		
Referências		
QUEIROZ, B. APRENDENDO A PROGRAMAR COM SCRATCH. UERGS, 2022. 36 FL. (GUIA DE DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL, V1, E-BOOK. PROJETO https://Scratch.mit.edu/projects/818673712. SCRATCH.		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 3	Tipo de aula: REMOTA ASSÍNCRONA	Carga horária: 4 h/a
Objetivos		
✓ Compreender Biofísica de Membranas.		
Conteúdos		
✓ Biofísica de Membranas: ○ Membranas: estruturas e tipos de transporte em sistemas de membranas; ○ Canais, carreadores e bombas; ○ Bioeletrogênese: Membrana como um circuito Resistor-Capacitor; ○ Potencial de repouso, células excitáveis e potencial de ação nervoso e muscular.		
Metodologia		
✓ Aula gravada; ✓ Estudo dirigido.		
Recursos Didáticos		
✓ Computador; ✓ Aulas gravadas sobre o conteúdo; ✓ Fichas-resumo sobre o conteúdo; ✓ Questões norteadoras de estudo: Um estudo dirigido.		
Avaliação		
Respostas ao estudo dirigido.		
Referências		
GARCIA, E. A. C, BIOFÍSICA , SARVIER (LIVRO); DURÁN, J. E. R, BIOFÍSICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES , PRENTICE HALL(LIVRO); CURI, R; PROCOPIO, J.; FERNANDES, L.C. PRATICANDO FISILOGIA , MANOLE LTDA (LIVRO);		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador)		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 4	Tipo de aula: REMOTA SÍNCRONA	Carga horária: 4 h/a
Objetivos		
✓ Conhecer e praticar as utilidades do <i>Scratch</i>		
Conteúdos		
✓ Aprendendo a Programar com o <i>Scratch</i> : ○ Primeira Interação; ○ Controles e sensores; ○ Operadores; ○ Variáveis.		
Metodologia		
✓ Aula síncrona via plataforma Google Meet; ✓ Atividade de fixação.		
Recursos Didáticos		
✓ Computador; ✓ Plataforma Google Meet; ✓ Plataforma <i>Scratch</i> .		
Avaliação		
Interação durante a aula e respostas à atividade de fixação.		
Referências		
QUEIROZ, B. APRENDENDO A PROGRAMAR COM <i>SCRATCH</i> . UERGS, 2022. 36 FL. (GUIA DE DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL, V1, E-BOOK. RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFAI, Y. 2009. <i>SCRATCH: PROGRAMMING FOR ALL</i> . COMM. ACM 52, 11, 60–67.		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador)		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 5	Tipo de aula: REMOTA ASSÍNCRONA	Carga horária: 4 h/a
Objetivos		
✓ Construindo projetos no <i>Scratch</i>		
Conteúdos		
✓ Carga horária disponibilizada para os estudantes produzirem seus programas no <i>Scratch</i> .		
Metodologia		
✓ Aula assíncrona de construção de projetos.		
Recursos Didáticos		
✓ Plataforma <i>Scratch</i> .		
Avaliação		
Construção de projetos		
Referências		
RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFI, Y. 2009. <i>SCRATCH: PROGRAMMING FOR ALL</i> . COMM. ACM 52, 11, 60–67.		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador); DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 6	Tipo de aula: PRESENCIAL	Carga horária: 2 h/a
Objetivos		
✓ Apresentar os primeiros resultados dos projetos.		
Conteúdos		
✓ Os grupos apresentam ao pesquisador e a docente responsável pela disciplina os protótipos de seus projetos para sugestões.		
Metodologia		
✓ .Reunião entre os estudantes e o pesquisador com a presença da docente responsável pela disciplina.		
Recursos Didáticos		
✓ Computador; ✓ Plataforma <i>Scratch</i>		
Avaliação		
Apresentação dos protótipos dos projetos <i>Scratch</i> .		
Referências		
RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFI, Y. 2009. <i>SCRATCH: PROGRAMMING FOR ALL</i> . COMM. ACM 52, 11, 60–67.		

PLANO DE AULA		
Curso: GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
Professor: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA (o pesquisador); DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA		
Disciplina: BIOFÍSICA		
Tema: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: BIOFÍSICA DAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS COM <i>SCRATCH</i>		
Aula: 7	Tipo de aula: PRESENCIAL	Carga horária: 2 h/a
Objetivos		
✓ Apresentar os projetos <i>Scratch</i> .		
Conteúdos		
✓ Os grupos apresentam ao pesquisador, a docente e a turma seus projetos finais.		
Metodologia		
✓ Apresentação dos projetos pelos alunos tipo seminário.		
Recursos Didáticos		
✓ Computador; ✓ Quadro branco; ✓ Datashow/ TV; ✓ Plataforma <i>Scratch</i> .		
Avaliação		
Apresentação dos projetos <i>Scratch</i> .		
Referências		
RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNANDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFI, Y. 2009. <i>SCRATCH: PROGRAMMING FOR ALL</i> . COMM. ACM 52, 11, 60–67.		

APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM A DOCENTE RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA BIOFÍSICA NA ÍNTEGRA

1) (entrevistador pergunta - P) Cauduro & Lüdke (2017), em uma revisão de literatura, levando em consideração trabalhos publicados sobre o ensino de biofísica entre os anos de 2004 e 2016, relatam que este processo apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes. Para resolver esse problema, os autores apresentam como necessária a criação de estratégias didáticas que atraiam mais a atenção dos estudantes, e apresentam como um dos caminhos a integração de metodologias que articulem os conteúdos da disciplina ao cotidiano dos estudantes e às tecnologias. O que a senhora pensa sobre isso?

(entrevistada responde - R) Eu concordo. Pensando que a biofísica, em particular, é justamente a junção da biologia com a física, que são duas disciplinas que são (...), acho que um alto grau de complexidade, fazer a interdisciplinaridade entre elas duas é algo que realmente gera um desafio. Junto com isso, vem a própria formação do discente (...) que vem para a universidade que, a biologia nem tanto, mas principalmente a física junto com as outras disciplinas, como matemática, química, são disciplinas que naturalmente já vêm com certos entraves.

Então de fato, a aplicação metodologias ativas consegue trazer esse aluno, para que ele perca mais o preconceito que ele já chega com a disciplina. Achando que vai ser algo mais difícil ou que não é possível de ser entendido, e então a utilização de outras ferramentas diferente da metodologia tradicional, que a gente já percebe que realmente ela não um rendimento tão bom quanto o esperado. A aplicação dessas ferramentas pode ser um fator de melhoria no processo de ensino e aprendizagem desses alunos.

2) (P) A Computer Science Teachers Association & Machinery (CSTA) classifica PC como uma abordagem para resolver problemas de uma forma

que possa ser implementado com a ajuda de um computador. Com ele, os estudantes poderiam então transformar-se de meros utilizadores, para construtores de soluções para seu cotidiano, desenvolvendo um conjunto de habilidades, tais como abstração, reconhecimento de padrões, pensamento algorítmico e decomposição e a partir delas, criar artefatos reais e virtuais. Esta metodologia de resolução de problemas inerente ao pensamento computacional, pode ser aplicada a biofísica?

(R) Pode. É nesse sentido, até por essa questão da (...) de você trazer dessa complexidade, você conseguir separar, alguns tópicos, como por exemplo, o que foi trabalhado na disciplina, que a gente parte de dois conteúdos que eles são macro, mas eles são ao mesmo tempo, (...) é (...), tem muito detalhe né. Como por exemplo, se você pensar numa célula, que já é a unidade fundamental e dentro dessa unidade fundamental você se depara com mais estruturas que são de alta complexidade, e estão num nível mais microscópico ainda.

Então, esse processo do pensamento computacional, deles conseguirem separar essas (...) como a gente pode dizer (...) em blocos, essas informações e conseguir organizar e nesse sentido também trazer essa resolução do problema, seja da compreensão, seja pensando enquanto alunos que vão estar mais à frente enquanto professor, essa capacidade de resolução de problemas e de repente trazer de dentro do cotidiano uma informação que consiga ser aplicada.

Então, nesse sentido, também essa, (...) esse pensamento computacional ele é interessante e, porque não necessariamente o que a gente teve contato com a com a prática, que embora tenha sido utilizado uma ferramenta computacional, ele também, a parte da criação e da idealização ele não necessariamente precisa ter a máquina. Mas essa possibilidade de o aluno entender como separar um problema pra ir resolvendo por partes e depois conseguir juntar isso é um ganho que o aluno tem nesse processo de aprendizagem.

3) (P) Sobre os estudos dirigidos que os estudantes responderam na sequência didática, as respostas apresentaram um resultado esperado do ponto de vista da biofísica?

(R) Se a gente pensar no que é colocado em sala de aula e no conteúdo como um todo, elas trazem uma informação muito básica. Só que eu entendo que isso acaba tendo um viés do próprio contexto. Da falta de informação que eles não têm e que eles já deveriam (...) ter consigo né, em relação a formação do ensino médio, da escola. Então, muitas vezes, eu entendo que é uma falta de embasamento que vai além da biofísica. E algo que é mais abaixo que a biofísica, da própria física e da biologia. Então, essa falta de talvez de habilidade ou de treino de conseguir fazer essa junção, de pegar o que se aprendeu no nível básico, transpor pra o que a gente trabalha aqui no nível da graduação e fazer essa intersecção, eu acho que isso é um dos fatores que reflete na forma como os estudos são dirigidos são respondidos.

Ele é muito parecido com o que a gente encontra de texto [teórico], mas não necessariamente a gente não percebe de um poder de discussão aprofundada neles. Essa capacidade de construir um conhecimento próprio ou um texto próprio a partir do que se tem.

Então, nesse sentido, eu diria que os estudos dirigidos foram razoáveis. Entre básicos e razoáveis, eles não foram profundos, pelo menos nessa parte de transcrição, talvez (...) e desenvolvesse esse pensamento. Acho que isso é um fator que acaba saltando assim (...) porque durante a apresentação, por exemplo, quando eles estão nessa parte de oralizar aquilo que eles estudaram, a gente vê que eles conseguem avançar em alguns aspectos. E na parte escrita não, e aí também não sei se é a falta de ato de escrever. Todo esse conjunto é o que acaba deixando o discurso transcrito num nível muito superficial.

4) (P) Na apresentação dos projetos criados no *Scratch* pelos estudantes, pôde-se perceber um domínio sobre o conteúdo de biofísica no que estava sendo apresentado?

(R) Nas representações sim, mas em alguns tópicos, a gente percebe que ainda havia muita confusão, por exemplo, quando a gente estava... Um grupo que apresentou sobre a questão dos fluxos que ocorrem entre o meio intra e extracelular, a ideia do que é uma molécula, do que é um átomo, do que é uma substância ou um íon... o que é um transporte passivo, a diferença. Isso embora tivesse representado, na hora em que eles iam falar a respeito, em certos momentos mostrava que ainda havia uma confusão, uma lacuna.

5) (P) Fazendo uma comparação entre esse semestre (com a aplicação dessa sequência didática) e semestres anteriores, a senhora vê diferença nas evidências de aprendizagem dos estudantes?

(R) Em especial na mudança [se referindo a transição entre a metodologia tradicional que aplica em sala com a SD], na transição do primeiro contato, ele a gente pelo menos eu notei muita resistência. Do novo, mas com o decorrer da execução da atividade eles passaram a ficar mais interessados no conteúdo e conseguir entender, desenvolver, eu acho que comparando com outros semestres em que a gente a aula clássica, até por conta dessa (...) talvez o medo de errar, o medo de se expor, o medo de se perguntar, com a realização da prática a gente percebeu que eles ficavam mais à vontade. Se permitiam perguntar, errar, que foi o feedback que a gente viu durante a apresentação dos trabalhos, é que saiu desse cenário de resistência para algo que fazia sentido e que podia ser algo novo e positivo. Para eles enquanto professores no futuro, alguns que já fazem estágio, nesse sentido eles já conseguir ver como uma ferramenta que eles mesmos poderiam aplicar na sua sala de aula.

6) (P) A senhora viu alguma limitação (de forma geral) durante a aplicação da sequência didática?

(R) A limitação foi mais em relação ao tempo por conta de se tratar de conceitos novos e que eles não estão acostumados a lidar, por conta do próprio... da forma

clássica que a gente acaba adotando. E aí, talvez, mais tempo para se dedicar melhor a cada etapa da sequência didática e entender.

Alguns grupos assim de forma geral, eu não consegui identificar que eles passaram por todas as etapas do daquele processo do pensamento computacional, então, algumas coisas eles conseguiram executar seguindo aquela sequência, mas outras não ficou tão claro que eles conseguiram acessar aquela etapa e realizar o trabalho.

7) (P) O que a senhora mudaria na sequência didática?

(R) Acho que tanto o fator tempo... Inclusive o tempo, pensando nesse sentido, o tempo para eles estarem trabalhando juntos, que foi algo que a gente não acompanhou de forma mais próxima. Tinha os encontros, os encontros síncronos e nesses momentos tinham as discussões e eles mostravam o que eles estavam fazendo, mas, em alguns (...) e até pelo que eles colocaram, muito algumas etapas cada um ficou responsável por uma parte. Então nisso também talvez tenha sido um dos fatores que a apresentação em si, a construção coletiva não tenha ficado tão coesa. Talvez essa ferramenta ela sendo aplicada realmente na sala de aula com o tempo que eles pudessem discutir e com tudo sendo acompanhado mais de perto, eu acredito que o resultado seria bem mais positivo do que foi.

**ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA NA
PESQUISA COM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (CAMPUS BAURU)**

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE BIOFÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA: utilizando programação em blocos com o Scratch

Pesquisador: MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 69769523.0.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.388.705

Apresentação do Projeto:

Como informado pelo pesquisador responsável no Projeto de Pesquisa e Documento de Informações Básicas, gerado por meio dos dados fornecidos no ato do preenchimento da Plataforma Brasil: "O Pensamento Computacional é uma abordagem que usa fundamentos da ciência da computação para resolver problemas, que pode ser executada por seres humanos ou computadores. Ele inclui habilidades como pensamento lógico, reconhecimento de padrões, decomposição de problemas e abstração. A atividade mental envolvida na formulação de um problema é o que define o Pensamento Computacional, que pode ser trabalhado de

forma plugada ou desplugada. Empresas como Microsoft e Google apoiam projetos educacionais que abordam o tema. O Pensamento Computacional pode ser utilizado como recurso para ensinar diversas disciplinas, como matemática, ciências e biologia. Nesse projeto de mestrado propomos utilizar um dos pilares do PC no ensino por resolução de problemas em uma disciplina de Biofísica no curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas em uma Universidade pública federal do nordeste brasileiro. A biofísica "é uma área interdisciplinar que utiliza os princípios e leis da Física para entender, descrever e avaliar o funcionamento dos sistemas biológicos" (CAUDURO & LÜDKE, 2017), é uma disciplina presente em diversos cursos de graduação das áreas biológicas e da saúde, onde seu currículo é adaptado a realidade de cada curso e varia ao longo das regiões no país (CORSO,

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO **CEP:** 17.033-360

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3103-9400 **Fax:** (14)3103-9400 **E-mail:** cepesquisa.fc@unesp.br

2009). Autores apontam que o ensino dessa disciplina apresenta diversos obstáculos que podem comprometer o aprendizado dos estudantes e consequentemente suas atividades profissionais futuras (CAUDURO & LÜDKE, 2017). Um deles está relacionado aos conteúdos propriamente ditos, que muitas vezes ficam restritos somente aos conceitos da biologia, fisiologia ou física, sem as devidas relações entre eles e o mundo. Para superar esses obstáculos precisamos explorar novas tendências para o ensino de biofísica, fundamentado na resolução de problemas e centrado no estudante e na sua forma de aprender. (AIZICZON e CUDNAMI, 2009)".

Objetivo da Pesquisa:

Como informado pelo pesquisador responsável no Projeto de Pesquisa e Documento de Informações Básicas, gerado por meio dos dados fornecidos no ato do preenchimento da Plataforma Brasil: "Descrever como estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro desenvolvem estratégias baseadas no Pensamento Computacional, via programação em blocos, na elaboração de materiais educacionais na disciplina de Biofísica".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como informado pelo pesquisador responsável no Projeto de Pesquisa e Documento de Informações Básicas, gerado por meio dos dados fornecidos no ato do preenchimento da Plataforma Brasil: "Riscos: constrangimento desencadeado por vazamento da identidade dos atores sociais da pesquisa. Benefícios: Cooperar para a compreensão dos potenciais do uso do Pensamento Computacional nos cursos de formação inicial de professores de ciências de modo a subsidiar a construção de novos olhares e práticas que potencializam o processo de formação inicial de professores; Diversificar as metodologias de ensino de Ciências Biológicas, integrando o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação; Apresentar aos estudantes possibilidades oferecidas pela inserção de conceitos de programação na educação básica a partir do ensino de Ciências e Biologia utilizando as bases do Pensamento Computacional; Propor uma sequência didática utilizando PC para o ensino de Biofísica, fundamentado na resolução de problemas e centrado no estudante e na sua forma de aprender; Socializar conhecimento produzido através de artigos a serem publicados em periódicos nacionais ou internacionais, eventos ou capítulos de livros, da área de Ensino de Ciências e Ciências da Computação".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa se mostra relevante social e cientificamente, além de apresentada por meio do projeto

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CENTRO CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3103-9400 Fax: (14)3103-9400 E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



Continuação do Parecer: 6.388.705

de forma coerente em relação aos aspectos éticos, ou seja, em conformidade com as resoluções vigentes, a saber: 466/12 e 510/16, do CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequado e respeitando as orientações das resoluções vigentes do CNS, a saber: 466/12 e 510/16.

Recomendações:

Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto considerado "aprovado" por estar em conformidade com os parâmetros legais, metodológicos e éticos analisados pelo colegiado deste CEP - Comitê de Ética em Pesquisa.

Lembramos que é dever do pesquisador responsável, ao término da pesquisa e conforme o cronograma informado à Plataforma Brasil, apresentar o relatório final da mesma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2114026.pdf	11/08/2023 09:24:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/06/2023 14:31:52	MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoPLATAFORMABRASILassinada.pdf	12/05/2023 10:13:44	MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_final.pdf	05/05/2023 11:55:27	MARCOS PAULO DA SILVA SANTANA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CENTRO CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3103-9400 Fax: (14)3103-9400 E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

Continuação do Parecer: 6.388.705

BAURU, 04 de Outubro de 2023

Assinado por:
Mário Lázaro Camargo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CENTRO CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3103-9400 Fax: (14)3103-9400 E-mail: cepsquisa.fc@unesp.br