

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**USO DE IMAGENS COMO METODOLOGIA ATIVA NO
ENSINO DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA
CIRCULATORÍO DE ANIMAIS VERTEBRADOS**

ALBERTO SALVIANO DE SOUSA ROSA

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO DAS CHAGAS ARAÚJO SOUSA

TERESINA – PI

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**USO DE IMAGENS COMO METODOLOGIA ATIVA
NO ENSINO DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DO
SISTEMA CIRCULATÓRIO DE ANIMAIS
VERTEBRADOS**

ALBERTO SALVIANO DE SOUSA ROSA

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí-UESPI, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Francisco das Chagas Araújo Sousa

TERESINA – PI

2022

R788u Rosa, Alberto Salviano de Sousa.
 Uso de imagens como metodologia ativa no ensino de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados / Alberto Salviano de Sousa Rosa. – 2022.
 80 p.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, *Campus* Poeta Torquato Neto, Teresina-PI, 2022.
 “Orientador Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa.”
 “Área de concentração: Ensino de Biologia.”

 1. Anatomia. 2. Software. 3. Ultrassom. 4. Ensino.
I. Título.

CDD: 570.7

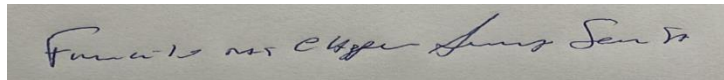
USO DE IMAGENS COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA CIRCULATÓRIO DE ANIMAIS VERTEBRADOS

ALBERTO SALVIANO DE SOUSA ROSA

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí- UESPI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovado em 01 de setembro de 2022.

Membros da Banca:



Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa
(Presidente da Banca – UESPI)



Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida
(Membro Titular – UESPI)



Prof. Dr. Francisco Laurindo
(Membro Externo – UEMA)

Teresina – PI

2022



ATA DA 68ª DEFESA DE DISSERTAÇÃO

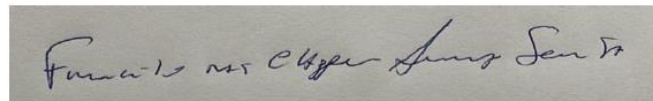
Aos primeiro dia do mês de setembro de dois mil e vinte e dois, às oito horas, reuniram-se por videoconferência (Plataforma Google Meet – Link: meet.google.com/gsv-mcns-ow), em sessão pública, os Professores Doutores: **Francisco das Chagas Araújo Sousa** – UESPI (Orientador), **Pedro Marcos de Almeida**- UESPI (Examinador), **Francisco Laurindo da Silva** – membro externo UEMA (Examinador), integrantes da Banca Examinadora, para realização do Exame de Defesa do Mestrando Alberto Salviano de Sousa Rosa, aluno regular do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, tendo como tema do trabalho de dissertação: USO DE IMAGENS COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE ANATOMIA E FISILOGIA DO SISTEMA CIRCULATÓRIO DE ANIMAIS VERTEBRADOS. Em sessão pública, após exposição de cerca de 40 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca e foi considerado:

(X) APROVADO (A)

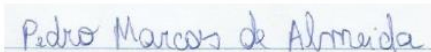
() NÃO APROVADO (A)

OBSERVAÇÕES: _____

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ATA que é abaixo assinada pelos membros da banca e por mim.



Francisco das Chagas Araújo Sousa
(Orientador)



Pedro Marcos de Almeida
(Examinador)



Francisco Laurindo da Silva
(Examinador)

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial as minhas filhas amadas, Débora Salviano e Ana Lídia Salviano e esposa, Danielle Zacarias.

Relato do mestrando

O trabalho docente é um verdadeiro sacerdócio. A busca constante por novas e eficientes estratégias de ensino é o caminho que devemos percorrer durante toda a prática desse honroso ofício que é ensinar. O ensino de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados tem sido um desafio para a maioria dos professores de escola pública e também privada, por conta da maneira tradicional que a maioria dos professores utilizam para ministrar esse conteúdo, que é unicamente com o livro didático.

Cursar o Programa de Mestrado Profissional no Ensino de Biologia em Rede Nacional (ProfBIO) foi um divisor de água na minha vida profissional, pois pude vivenciar e constatar a eficiência das práticas investigativa e experimentais que foram desenvolvidas por nós alunos e que podem ser desenvolvidas em sala de aula, sem, necessariamente, ter um laboratório na escola, bastando para tanto ter uma boa ideia. Essas práticas ativas costumam ser mais envolventes e incentivam o protagonismo e a aprendizagem do aluno nos conteúdos de fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados e outros do dia a dia dos discentes, sendo ele, ator construtor do seu próprio conhecimento.

A vivência nas aulas, aulas online por sinal, fez com que eu aumentasse a confiança em superar desafios didáticos-pedagógicos, pois estava imerso em um, que eram as aulas remotas. As discussões durante as aulas, a socialização de ideias e experiências com os professores do curso e os demais alunos contribuíram para o aumento do meu cabedal profissional. A confecção de uma SEI para o ensino de anatomia e fisiologia de animais vertebrados representa um exemplo concretizado de aprendizagem desses dois anos de curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu sabedoria e persistência para a conclusão deste trabalho.

A minha esposa e filhas amadas, Débora Salviano e Ana Lídia Salviano.

Aos meus pais, Luís Salviano e Maria Francisca, que me possibilitaram estudar e me tornar um bom profissional.

As minhas irmãs e todos os meus familiares.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador, professora Dr. Francisco das Chagas, Chicão! Agradeço por compartilhar seus ensinamentos e por contribuir nesta produção.

A todos os docentes que contribuíram ao longo desta jornada para o sucesso da turma e para o nosso crescimento profissional.

A todos os colegas da turma PROFBIO 2020 da UESPI, que compartilharam desta experiência única, com muita amizade e companheirismo.

A escola onde se desenvolveu este trabalho, em nome dos diretores e alunos, por aceitarem participar desse estudo.

Aos parceiros do grupo de estudo do mestrado: Allan Bruno, Daniel Gomes, Daniel Silva, Jesus Vênus e Tupinambá Coutinho.

A equipe gestora da minha escola: Professora Cláudia e Professor Jorlan por terem permitido e ajudado na execução dos trabalhos na nossa escola.

Aos amigos de luta diária na labuta de professor: professores Tiago, Lopes, Manoel, Ivan César, Francisco César, Ana Clara, Alfredo Werney, Dayse, Lárýos, Wanderson.

Aos amigos Renata Eufrásio, Iraneide, Nonata, André Rogério, Ary, Diego, José de Ribamar (Pai e Filho).

Epígrafe

*“(...) aumentar o nível de entendimento público da ciência é
hoje uma necessidade de sobrevivência do homem.”*

(LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001)1)

RESUMO

ROSA, A. S. S. **Uso de imagens como metodologia ativa no ensino de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados.** 2022. 74 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

No ensino de anatomia de vertebrados, as aulas práticas com o uso de imagens produzidas por aparelho de ultrassom e utilização de softwares são instrumentos importantes para a promoção do ensino por investigação, uma vez que possibilita aos alunos uma vivência de situações cientificamente instigantes e a possibilidade de relacionar a teoria com a prática. O objetivo deste estudo é investigar como o uso de imagens do livro didático, de programa de anatomia 3D "Easy Anatomy – Canine e imagens ultrassonográficas facilitam o ensino aprendizagem de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados para alunos do 2º ano do ensino médio. Foram ministradas aulas com o uso de imagens do livro didático; aulas com o uso do programa Easy Anatomy – Canine e aulas online com o uso de imagens ultrassonográficas para construção da sequência de estudo investigativo (SEI). Para explorar os conhecimentos adquiridos, após a ministração de cada aula foi aplicado um questionário. Na aula teórica com o uso de imagens, a maioria dos estudantes aprovou as imagens do livro didático. Na aula com o uso do programa de anatomia 3D "Easy Anatomy – Canine, a maioria dos estudantes afirma que o programa contribuiu muito para o seu conhecimento sobre a anatomia e fisiologia comparada de vertebrados. Na aplicação da SEI observou-se que a maioria dos estudantes gostaram das imagens ultrassonográficas, apesar da dificuldade de entendê-las. Dessa forma, o uso de imagens é uma ferramenta acessível e eficiente no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: anatomia, software, ultrassom, ensino.

ABSTRACT

ROSA, A. S. S. **Use of images as an active methodology in teaching anatomy and physiology of the circulatory system of vertebrate animals.** 2022. 74 p. Master's Thesis (Master's in biology teaching) – State University of Piauí. Teresina.

In teaching vertebrate anatomy, practical classes with the use of images produced by an ultrasound device and the use of software are important tools for promoting research-based teaching, as they allow students to experience scientifically intriguing situations and the possibility of relating theory to practice. The objective of this study is to investigate how the use of images from the textbook, the 3D anatomy program “EasyAnatomy – Canine” and ultrasound images facilitate the teaching and learning of anatomy and physiology of the vertebrate circulatory system for 2nd year high school students. Classes were taught using images from the textbook; classes using the EasyAnatomy – Canine program and online classes using ultrasound images to build the investigative study sequence (SEI). To explore the acquired knowledge, after each class was given a questionnaire. It was observed that students approve the use of images as an active methodology in Biology teaching. In the theoretical class with the use of images, most students approved the images from the textbook. In class using the 3D anatomy program “EasyAnatomy – Canine, most students say that the program has contributed a lot to their knowledge of the comparative anatomy and physiology of vertebrates. In the application of SEI, it was observed that most students liked the ultrasound images, despite the difficulty in understanding them. Thus, the use of images is an accessible and efficient tool in the teaching-learning process.

Keywords: anatomy, software, ultrasound, teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem do programa EasyAnatomy – Canine disponível em https://apps.microsoft.com/store/detail/easyanatomy-3d-canine_anatomy/9NBL-GGH41C15?hl=pt-br&gl=br	27
Figura 2. Aula com o programa Easy anatomy-Canine.....	28
Figura 3. Imagem esquematizada da técnica de ultrassom.....	29
Figura 4. Imagens relacionadas ao fenômeno da ondulatória	48
Figura 5. Glossário confeccionado pelos estudantes.....	50
Figura 6. Imagens dos materiais produzidos pelos alunos sobre o fenômeno da ondulatória na vidas dos seres vivos e na vida cotidiana dos animais.....	51
Figura 7 Imagem representativa dos órgãos dos sentidos.....	52
Figura 8 Imagem representativa da técnica de ultrassom.....	54

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Conjunto de Indicadores de Alfabetização Científica - AC.....	32
QUADRO 2. Respostas para a primeira questão.....	33
QUADRO 3. Respostas para a quarta questão.....	38
QUADRO 4. Categorização dos indicadores de AC sobre as imagens do livro didático e a principal diferença observada no sistema circulatório de peixes, anfíbios e mamíferos.....	40
QUADRO 5. Respostas para a quinta questão.....	44
QUADRO 6. Respostas da sétima questão.....	46
QUADRO 7. Respostas para a pergunta norteadora da aula online.....	48
QUADRO 8. Categorização dos Indicadores AC sobre a aula online sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Respostas para a segunda questão do questionário sobre as imagens do livro didático.....	37
Gráfico 2. Respostas para a terceira questão do questionário sobre aula de anatomia e fisiologia ministrada de forma tradicional.....	37
Gráfico 3. Respostas para a quinta questão do questionário sobre as imagens do livro didático.....	41
Gráfico 4. Respostas para a quarta questão do questionário sobre o programa Easy Anatomy – Canine.....	43
Gráfico 5. Respostas para a sexta questão do questionário sobre o programa Easy Anatomy – Canine.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC- Alfabetização Científica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP/PI - Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Piauí

EJA - Educação de Jovens e Adultos

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

SD - Sequência Didática

SDI - Sequência Didática Investigativa

SEDUC-MA - Secretaria Estadual de Educação do Maranhão

SEI - Sequência de Ensino por Investigação

SIAEP - Sistema Integrado de Administração de Escolas Públicas

TCM - Trabalho de Conclusão de Mestrado

UESPI - Universidade estadual do Piauí

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Ferramentas facilitadoras da aprendizagem no ensino de ciência e biologia.....	18
2.1.1	<i>Uso de imagens nos livros didáticos</i>	18
2.1.2	<i>Uso de programas virtuais</i>	19
2.1.3	<i>Uso da ultrassonografia na produção de imagens didática</i>	20
2.2	Ensino por investigação na aprendizagem de ciências e biologia.....	21
2.3	Sequência de Ensino Investigativa – SEI.....	22
3.	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo Geral.....	25
3.2	Objetivos Específicos.....	25
4.	METODOLOGIA	26
4.1	Tipo de pesquisa.....	26
4.2	Local da pesquisa.....	26
4.3	População amostral.....	26
4.4	Estratégias pedagógicas.....	26
4.5	Análise e interpretação dos dados.....	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1	Aula tradicional com auxílio do livro didático e aplicação de questionário.....	34
5.2	Aula com uso do programa Easy Anatomy – Canine (Programa de Anatomia 3D) e aplicação de questionário.....	39
5.3	Aula online sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas de órgãos de animais vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar (SEI).....	48
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
8.	PRODUTO	62
	APÊNDICE A	80
	APÊNDICE A	81

1. INTRODUÇÃO

A educação brasileira viveu grandes desafios e inovações no século XX. Há mais de quatro décadas a necessidade por um ensino voltado para a formação científica se expandiu, proporcionando melhorias no Ensino de Ciências e também sua perceptibilidade no espaço escolar. Com esse novo cenário as atividades experimentais garantiram seu espaço no currículo de Ciências, onde passaram a serem vistas como indispensáveis ao se falar de Ciência dentro das escolas (PINTO, 2017).

O ensino de ciências tem passado por diversas modificações ao longo dos últimos anos, principalmente com relação aos seus objetivos. Diante desse cenário, diferentes estratégias e metodologias têm sido propostas e implementadas buscando não apenas a abordagem de conceitos científicos, como produtos finalizados de um corpo de conhecimento, mas também tem se pretendido que os estudantes criem uma visão mais apropriada da ciência, compreendendo o trabalho científico, suas práticas e outros fatores que as motivam (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

O ensino de Biologia, assim como as demais áreas do conhecimento, seguem as orientações metodológicas e os conteúdos escolares propostos pelas Diretrizes Curriculares da Educação Básica, assumindo, assim, um aspecto disciplinar de currículo (INTERAMINENSE, 2019).

A BNCC (BRASIL, 2018) traz como elemento principal para área de Ciências da Natureza a investigação como uma condição capaz de permitir aos estudantes o contato com ações que fazem parte do fazer científico, como a resolução de problemas, o levantamento e teste de hipóteses, análise e registro de dados, entre outros.

As aulas práticas podem ajudar na interatividade e no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam a discutir objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos. Nesta perspectiva, a educação não deve ser algo meramente informativo e passa a agir também na formação social dos indivíduos. Nesse processo, o mais importante é que o aluno consiga compreender o que o professor está transmitindo. O objetivo é que o aluno pense, reflita, e que com isso consiga criar e questionar (BELOTTI; FARIA, 2010).

A utilização de tecnologias em sala de aula possibilitam um ensino ativo em que o professor ocupa a posição de mediador, permitindo formular hipóteses, testá-las, analisar resultados e reformular conceitos, estando assim de acordo com a investigação científica. Além disso, enriquecem as aulas e motivam alunos e professores. Entre essas tecnologias temos os simuladores virtuais, softwares que funcionam como verdadeiros laboratórios virtuais que podem ser de grande valia em sala de aula, principalmente nas escolas que não possuem laboratórios adequados para aulas práticas (ZARA, 2011).

Com a evolução da tecnologia do ultrassom e o acúmulo de evidências mostrando sua importância na qualidade dos cuidados clínicos e segurança dos pacientes, o papel do ultrassom na educação e prática médica imprescindivelmente se expandirá (BASTOS *et al*, 2019).

Como nas aulas de Biologia é comumente utilizadas apresentações em powerpoint, ilustrações de livros, jornais, revistas e cartazes que buscam aproximar a sala de aula do ambiente natural e com o intuito de melhorar significativamente o processo educativo nas instituições da rede estadual de ensino, apresentamos como objetivo desta pesquisa investigar como o uso de imagens do livro didático, de programa de anatomia 3D "Easy Anatomy – Canine e imagens ultra sônicas podem facilitar o processo de aprendizagem dos conteúdos da disciplina de anatomia e fisiologia dos vertebrados. Ao utilizar imagens como ferramenta de aprendizagem, estas levam os estudante a associá-las aos conceitos científicos que o professor apresenta, transformando o que o estudante tinha como abstrato em desenvolvimento de aprendizagem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ferramentas facilitadoras da aprendizagem no ensino de Ciência e Biologia

2.1.1. Uso de imagens nos livros didáticos no ensino de Ciência e Biologia

As aulas expositivas, demasiadamente centradas no professor, não contribuem para que os estudantes sejam os atores do seu aprendizado, na medida em que não consideram as concepções prévias, não possibilitam as interações entre sujeito e objeto de conhecimento, nem a interação entre os pares. Para que a mudança de foco do papel de professor e alunos realmente aconteça em sala de aula, é necessário que o professor reflita sobre sua prática e desenvolva estratégias didáticas que permitam esse deslocamento, essa mudança de função (SCARPA; CAMPOS, 2018).

O constante repensar das práticas educativas empregadas na sala de aula é imprescindível quando desejamos o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem. O docente deve desenvolver práticas pedagógicas para diminuir as deficiências do ensino-aprendizagem, elaborando estratégias embasadas em métodos interativos e práticas inovadoras (SALBEGO *et al*, 2015).

Diversas são as fontes que podemos citar quando falamos das imagens voltadas para o ensino-aprendizagem: imagens de jornais, revistas, livros, internet, etc. A imagem é um importante recurso pedagógico usado nas aulas de Ciências, seja ela impressa, projetada em tela ou desenhada no quadro. No caso do livro didático, diversas vezes o texto discursivo vem acompanhado desse elemento e este acaba por ultrapassar as barreiras do entendimento dentro da sala de aula. Muitas vezes os textos utilizados nos livros ou até mesmo a explicação dada pelo professor nem sempre dão conta de satisfazer, de forma clara, as necessidades dos alunos (PINTO, 2017).

O termo imagem apresenta diversos significados e estes dependem da área do conhecimento e o contexto em que o termo é empregado. A imagem pode ser estudada em várias áreas das ciências como, por exemplo: arte, psicologia, comunicação, filosofia, ciências e educação (GIBIN; FERREIRA, 2013).

O uso de ilustrações adequadas pode auxiliar na compreensão de textos e podem ser utilizadas como recurso de memória, facilitando assim, a memorização, especialmente a de longo prazo, podendo servir também como motivadoras e organizadoras do conteúdo a ser trabalhado (GIBIN; FERREIRA, 2013).

O aluno em sala de aula não está fora do contexto da sociedade, ele está inserido nesse mundo globalizado. Necessitando que o professor acompanhe os novos recursos disponibilizados pelos avanços tecnológicos.

2.1.2. Uso de programas virtuais no ensino de Ciência e Biologia

A simulação digital, embora seja uma modalidade interativa artificial, proporciona um grau de imersão e atenção por parte do seu usuário, envolvendo diversos sentidos que permitem certa vivência e compreensão de uma determinada tarefa ou situação. Para ele, tanto a imersão, quanto o contexto dos simuladores, estão relacionados ao grau de realidade com que os objetos e situação são representados (BORBA, 2014).

No contexto da Educação, os softwares de simulação, simuladores e processos de simulação em geral têm sido estudados como métodos ativos de aprendizagem. Eles proporcionam uma imersão na atividade proposta e podem ser vistos como recursos atrativos para a reprodução de tarefas e situações, pelo fato de representar uma atividade real ou caso fictício relacionadas ao ambiente profissional, o que permite aos estudantes observarem, ainda que de maneira digital, situações que poderão ocorrer em sua prática de estágio, ou no mercado de trabalho (BORBA, 2014; FLORES; BEZ; BRUNO, 2014).

Dada a relação entre o indivíduo e o computador, que segundo Moran, Massetto e Behrens (2012, p. 13) está cada dia mais presente na sociedade e pode proporcionar “aos alunos e professores oportunidades de interação e produção de saberes”, os softwares simuladores podem ser utilizados nesse contexto para desenvolver habilidades como coordenação, percepção, memória, raciocínio-lógico e criação, de forma significativa.

Os atlas de anatomia são uma forma complementar para o estudo do corpo humano. Por meio da observação e análise de figuras impressas ou em 3D, disponíveis em versões digitais e gratuitas, os discentes podem estudar além da sala de aula e/ou laboratório, a morfologia do corpo humano. Nelas, o estudante encontra desenhos esquemáticos detalhados e apropriadamente posicionados para aumentar a sua compreensão e assimilação do conteúdo (COLARES *et al*, 2019).

Na literatura, o uso de softwares já está bem difundido no ensino de Biologia (BEZERRA, 2010; SOUZA, 2012; COLARES *et al*, 2019), Física (BATISTA; LOMONACO; RIBEIRO, 2013), Línguas Estrangeiras (GURGEL; AGUIAR; SILVA, 2013), Matemática (GARCIA; MÜLLER; MACHADO, 2021), Química (XAVIER; FIALHO; LIMA, 2019). Neste século presencia-se um intenso processo de criação científica, inigualáveis há tempos anteriores. A associação entre ciência e tecnologia se amplia, tornando-se mais presente no cotidiano e modificando cada vez mais o mundo e o próprio ser humano (BRASIL, 2020).

Em várias áreas do conhecimento e níveis de ensino tem-se utilizado simuladores como recurso de aprendizagem que permite ao estudante observar o comportamento de um determinado sistema orgânico através de seu modelo. A utilização de simulações no ensino de Biologia é uma potente ferramenta para o processo ensino-aprendizagem, uma vez que estas ferramentas facilitam a formulação e os testes de hipóteses, características que são fundamentais para a compreensão dessa disciplina (FIGUEIREDO; WERNECK; COSTA, 2013).

Como mediadores do processo ensino aprendizagem, acredito que podemos explorar esses recursos tecnológicos, e com um bom planejamento podemos melhorar a qualidade do ensino da Ciências e Biologia.

2.1.3. Uso da ultrassonografia na produção de imagens didática no ensino

A ultrassonografia é uma técnica que se baseia na reflexão do som e sua interação com os diferentes tecidos. As ondas percorrem o corpo sofrendo diferentes graus de atenuação pelas propriedades de reflexão, absorção e espalhamento. Ao atingir uma superfície refletora, parte da onda retorna ao transdutor e esse eco é transformado em um impulso elétrico que é representado na tela do equipamento como pontos de luz que formam a imagem ultrassonográfica (VIANA; CARVALHO, 2004).

A compreensão dos princípios físicos básicos da ultrassonografia auxilia no conhecimento do método. Por ser uma técnica não invasiva, precisa e de rápida aferição, pode ser empregada em laboratórios ou no campo. Seu grande potencial aliado às vantagens sobre as demais técnicas tem levado muitos pesquisadores a estudarem aplicações variadas na experimentação animal em todo o mundo (HUDA; SLONE, 2003).

A ideia básica de formação de imagem utilizando ultrassom é mapear as ondas ultrassônicas refletidas em diferentes níveis de cinza. Essa técnica é conhecida como princípio pulso-eco (KIMURA; COSTA, 2007).

Este método de diagnóstico por imagem é bastante usado na medicina veterinária por fornecer informações em tempo real sobre a estrutura e características ultrassonográficas dos órgãos, identificando condições fisiológicas dos tecidos bem como condições patológicas (CRUZ; FREITAS, 2001).

Com a evolução da tecnologia do ultrassom e o acúmulo de evidências mostrando sua importância na qualidade dos cuidados clínicos e segurança dos pacientes, o papel do ultrassom na educação e prática médica imprescindivelmente se expandirá (BASTOS *et al*, 2019).

Outras aplicações do ultrassom são comumente observadas na fisioterapia (LEITE *et al*, 2013; BLEY *et al*, 2016), na estética (PINTO, PEREIRA, BACELAR, 2018); na medicina veterinária (SEOANE; GARCIA; FROES, 2011; CINTRA *et al*, 2014), na indústria (REZENDE; CRUZ; MELO, 2011).

Até o momento, não existe aplicação dessa metodologia no ensino médio, nem o seu uso como metodologia investigativa no ensino de Ciências e Biologia.

2.2. Ensino por investigação na aprendizagem de Ciências e Biologia

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), há necessidade do desenvolvimento de atividades em sala de aula que possibilitem argumentações entre alunos e professor em momentos de investigação, que leva os alunos a formular hipóteses, criar argumentos, propondo afirmativas e reunindo fatos que mostram as explicações do que se está investigando.

Concretizamos o conhecimento quando colocamos em prática aquilo que aprendemos. A biologia traz para o professor desta área, diversos meios de se constatar a autenticidade dos conteúdos estudados de maneira teórica em sala de aula, através das aulas práticas e experimentais. Desse modo, o ensino da biologia deve integrar teoria à prática. É necessário que o educador veja a utilização de aulas práticas como facilitador do processo de ensino-aprendizagem e que a escola deve se atualizar e remodelar sua didática de acordo com as necessidades dos seus alunos para cada vez mais buscar um melhor aperfeiçoamento nos processos educacionais (INTERAMINENSE, 2019).

Quando se trata de ensino sob investigação e problematização, remete-se a um tipo de metodologia diferente do que normalmente são utilizadas nas salas de aulas. As atividades propostas nesse método de ensino constituem uma estratégia, entre outras, que o professor pode aproveitar para mudar a dinâmica de suas práticas pedagógicas a fim de atrair a atenção do estudante para questões científicas e proporcionar uma aprendizagem que favoreça o desenvolvimento da autonomia e tomada de decisões (MOREIRA; SOUZA, 2016).

A investigação científica é usualmente utilizada pelos cientistas na resolução de problemas, revelando-se em atitudes intelectuais e manipulativas, não sendo realizada, especificamente, por meio de ações e estratégias definidas antecipadamente. A partir dessa convicção, é possível aproximar a prática com a abordagem didática do ensino por meio da investigação. Diante dessa proposta, é defendida a ideia de que os alunos devem aprender, não somente conceitos científicos, mas construir habilidades cognitivas, partindo de processos que envolvam a atividade científica, como: a resolução de problemas, o levantamento de hipóteses, a análise de dados, a argumentação, discussão de resultados entre outros (SASSERON; SOLINO; FERRAZ, 2015).

No ensino de anatomia, as aulas práticas com o uso de imagens do livro didático, de software e as produzidas por aparelho de ultrassom para o estudo da anatomia e fisiologia de vertebrados são instrumentos importantes para a promoção do ensino por investigação e da pesquisa, uma vez que possibilita aos alunos uma vivência de situações cientificamente instigantes e a possibilidade de relacionar a teoria com a prática.

2.3. Sequência de Ensino Investigativa - SEI

A sequência de ensino investigativa (SEI) pode ser descrita como uma sequência de atividades que abrange um tópico do conteúdo escolar onde cada atividade planejada deve buscar a interação dos conhecimentos prévios do aluno com os novos de maneira que possa passar do conhecimento espontâneo ao científico (CARVALHO, 2013).

Os eixos estruturantes da Alfabetização Científica (AC) surgiram da análise de referenciais da área de Ensino de Ciências que apresentavam ideias e habilidades a serem desenvolvidas com a intenção de que a AC pudesse estar em processo.

Embora os três eixos estruturantes possam não se fazer presentes em todas as aulas, é necessário que eles sejam igualmente considerados ao longo do desenvolvimento de um tema. Os três eixos são: (a) o entendimento básico de termos e conceitos científicos; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que corroboram com sua prática; e (c) a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SASSERON, 2015).

Carvalho (2013) sugere algumas atividades para compor as SEI, por exemplo: “o problema, demonstrações investigativas, problemas não experimentais, leitura de texto de sistematização do conhecimento, atividades que levem a contextualização social do conhecimento e atividade de avaliação”.

Para desenvolver as SEI é interessante que se trabalhe com técnicas de ensino diversas, uma vez que o uso de recursos diferenciados estimulará o aluno a buscar mais informações sobre o conteúdo. Tais técnicas promovem o ânimo do aluno a participar mais das aulas, além de proporcionar sua independência na busca pelo conhecimento (SASSERON, 2015).

O uso da SEI como recurso pedagógico, permite um novo olhar sobre a organização curricular, com ênfase no ensino pautado em investigação, por meio de condições reais do cotidiano, partindo de problematizações que levem o aluno a conferir o seu conhecimento prévio com o conhecimento apresentado no espaço de aprendizagem, levando-o a se apropriar de novos significados, novos métodos de investigação e a produzir novos produtos e processos (MAROQUIO; PAIVA; FONSECA, 2015).

As SEI's procuram desenvolver situações nas quais os estudantes expressem seus argumentos, sejam eles de forma escrita ou falada. O professor estimula o raciocínio lógico e incentiva as conversas para explicar um fenômeno ou tirar uma dúvida (MOTOKANE, 2015).

A organização das SEI de ensino pode possibilitar que os estudantes fiquem cientes dos objetivos das atividades e do que se espera que aprendam com elas, o que dá muito mais sentido às dinâmicas estabelecidas nas aulas. Isso pode deixar mais evidente os processos que os estudantes irão vivenciar para realizar determinadas tarefas, com a mediação do professor, de modo que ao longo do trabalho, a turma passará por diversas etapas e, ao finalizá-las, poderá analisar o trajeto e perceber tudo o que foi apreendido (SANTOS *et al.*, 2016).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral:

- ✓ Investigar como o uso de imagens do livro didático, de programa de anatomia 3D "Easy Anatomy – Canine e imagens ultrassonográficas facilitam o ensino

aprendizagem de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados para alunos do 2º ano do ensino médio.

3.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Aplicar uma aula sobre o uso de imagens do livro didático no ensino de anatomia de animais vertebrados e o uso de imagens do programa Easy Anatomy – Canine (Programa de Anatomia 3D), versão gratuita;
- ✓ Aplicar dois questionários semiestruturados com perguntas abertas e fechadas para avaliar o nível de aprendizado do discente após a realização da aula tradicional e com o programa Easy Anatomy – Canine; e
- ✓ Produzir e aplicar uma sequência de ensino investigativa (SEI) sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográfica de órgãos de animais vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar como produto do TCM.

4. METODOLOGIA

4.1. Tipo de Pesquisa

A atividade investigativa é do tipo descritiva e observacional com abordagem quali-quantitativa da coleta de dados no processo de ensino-aprendizagem.

4.2. Local da Pesquisa

A atividade investigativa foi realizada em um Centro de Ensino Estadual do Maranhão. A instituição funciona em três turnos e oferta educação de Nível Médio nas modalidades Regular, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação Especial. Segundo dados do Sistema Integrado de Administração de Escolas Públicas (SIAEP), a sede da escola possui um total de 611 estudantes em 18 turmas e 24 professores em regência de sala atuando nas diferentes áreas do conhecimento (MARANHÃO, 2022) e estruturalmente conta com 06 salas de aula.

4.3. População amostral

A atividade investigativa foi submetida à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Piauí – CEP/PI, a aprovação ocorreu no dia 11/02/2022 por meio do parecer de nº 5.237.907. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em que manifestaram a sua livre participação na pesquisa. A amostra contou com 34 discentes do 2º ano do Ensino Médio, turno vespertino.

4.4. Estratégia Pedagógica

Para a promoção e sistematização do conhecimento, as atividades pedagógicas foram divididas em três etapas:

a) Estratégia 01- Aula tradicional e aplicação de questionário (duração: 2 aulas de 50 minutos):

A metodologia aplicada foi uma aula tradicional com o uso do livro didático. Foi apresentada a seguinte **situação-problema** para os alunos responderem: “*Como você avalia o uso das imagens do livro didático em uma aula tradicional no ensino de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados?*”

Os alunos exploraram as imagens contidas no livro didático sobre o conteúdo abordado. As respostas foram anotadas no quadro e discutidas com a turma. As dúvidas foram sanadas e em seguida, todos os alunos responderam de maneira individual um questionário semiestruturado com três perguntas abertas (questões 1, 4 e 6) e três perguntas fechadas (questões 2, 3 e 5).

b) Estratégia 02 - Aula com uso do programa Easy Anatomy – Canine (Programa de Anatomia 3D) e aplicação de questionário (duração: 2 aulas de 50 minutos):

A proposta inicial era uma aula prática no Laboratório de Informática, mas a escola estava sem acesso à internet. Dessa forma, foi utilizada internet móvel e projeção através de datashow. O funcionamento do software foi apresentado e as dúvidas sanadas. As imagens anatômicas em 3D de *Canis lupus familiaris* (popularmente conhecido como cachorro) foram projetadas (Figura 1) e a proporção que o software foi sendo manipulado explicou-se os sistemas estudados.

Figura 1. Imagem do programa EasyAnatomy – Canine disponível em <https://apps.microsoft.com/store/detail/easyanatomy-3d-canine-anatomy/9NBLGGH41C15?hl=pt-br&gl=br>.

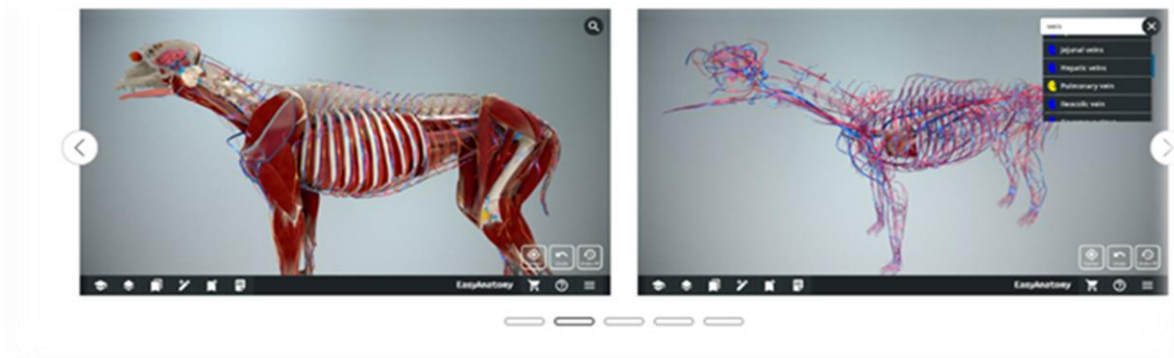


Figura 2. Aula com o programa Easy anatomy Canine



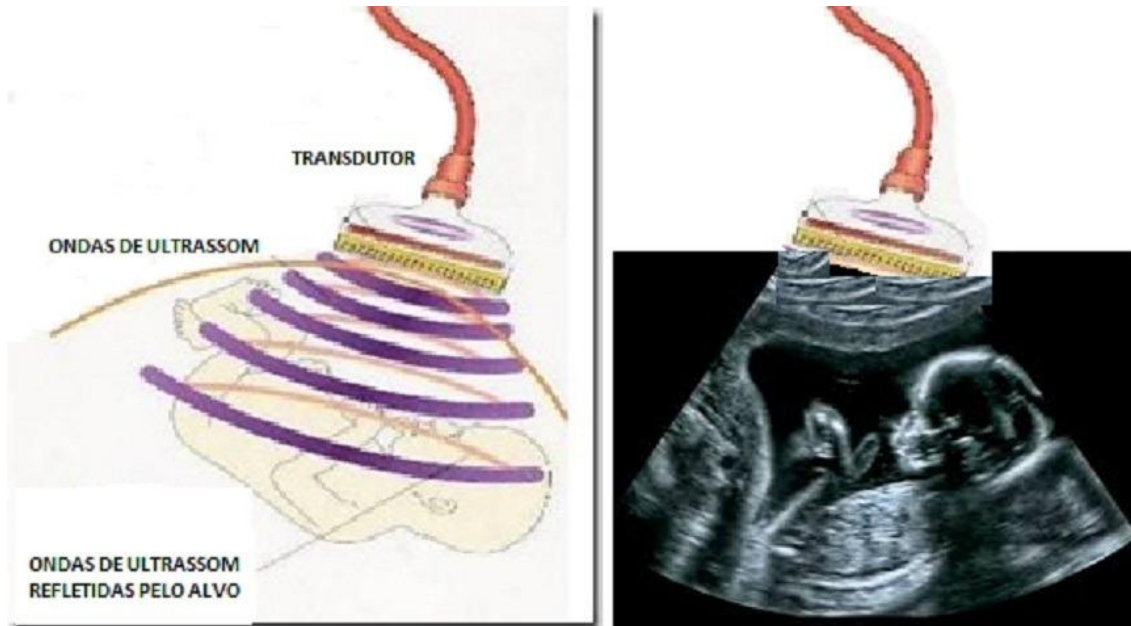
fonte: próprio autor

Apesar de não ter sido possível a manipulação do programa por todos os alunos, cinco estudantes pediram para manipular o software e os demais ficaram acompanhando.

A proporção que as imagens apareciam, eles nomeavam os órgãos e correlacionavam com os tipos de sistemas. As respostas foram anotadas no quadro e discutidas através de uma roda de conversa e as dúvidas foram sanadas durante a discussão. Para identificar os sentidos atribuídos pelos estudantes sobre o uso do programa no ensino de anatomia e fisiologia de animais vertebrados, aplicou-se um questionário semiestruturado, individual, composto por sete perguntas, duas abertas (questões 5 e 7) e cinco fechadas (questões 1, 2, 3, 4 e 6) sobre a aula com o uso do aplicativo.

c) Estratégia 03 – Aula online sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas de órgãos de vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar e aplicação da SEI (duração: 6 aulas de 50 minutos):

Figura 3. Imagem esquematizada da técnica de ultrassom



disponível em <https://drexamina.com.br/noticias/ultrassonografia/>

As atividades foram desenvolvidas em grupos pequenos para que se pudesse aproveitar da melhor maneira possível o conhecimento prévio de cada um na realização das discussões, reflexões, formulações de hipóteses e na execução das atividades. Espera-se que em trabalhos realizados em grupos os estudantes desenvolvam habilidades como: saber ouvir, argumentar, respeitar a opinião dos colegas, negociar, refletir, propiciar entrosamento e autonomia no desenvolvimento dos trabalhos.

Foram utilizados como instrumentos de acompanhamento das atividades síncronas e assíncronas, a plataforma virtual Google Meet® e a rede social WhatsApp®, respectivamente. Por meio deles foram enviados e apresentados materiais didáticos (vídeo aulas, roteiros), que auxiliaram no processo de ensino-aprendizagem proposto. As atividades como roda de conversa (identificando o conhecimento prévio, estimulando o debate, a argumentação) e socialização foram realizadas durante as seis aulas.

A SEI com foco no ensino de Biologia por investigação abordou como assunto, o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassono-gráficas de órgãos de vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar. A partir das observações, a SEI, envolveu para sua execução, quatro etapas que abordam aspectos teóricos e práticos do assunto, possibilitando ao aluno explorar o tema desde os objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais, articulando com a

aprendizagem de anatomia e fisiologia comparada de vertebrados através de imagens ultrassônicas.

Na etapa 01 (O fenômeno da ondulatória e sua importância na vida de alguns seres vivos) foi apresentado um quadro com imagens e a seguinte situação-problema: “**O que as imagens acima têm em comum?**”

Os estudantes citaram frases que eles relacionavam com as ideias que tinham a respeito do fenômeno da ondulatória, as quais foram anotadas. A partir do conjunto de termos anotados, foi realizado um debate com a turma, em que algumas dúvidas foram sanadas durante a discussão.

Após esse momento solicitou-se que os alunos, tendo como base o livro de Ciências da Natureza adotado pelo escola, **Ciências da Natureza: ciências, tecnologia e cidadania**, na sua unidade 4, temas 01 e 02, e também em outras fontes de pesquisas, confeccionassem um glossário com termos relacionados ao tema trabalhado e que fosse alimentado e disponibilizado no grupo de WhatsApp® da turma à medida que os termos fossem definidos para que não houvessem palavras repetidas no glossário.

No final dessa etapa, foi solicitado que os alunos investigassem em fontes diversas sobre a presença do fenômeno da ondulatória na vida de seres vivos e na vida cotidiano dos humanos e confeccionasse um material resultante da pesquisa e socialização no grupo de Whatsapp® da turma para que os alunos tivessem acesso a pesquisa um dos outros.

Na etapa 02 (Ondas sonoras na orientação e comunicação de alguns seres vivos e na vida cotidiana) a aula foi iniciada com a discussão dos materiais produzidos pelos alunos, apesar de já estarem disponibilizados no grupo, mas neste momento cada autor pôde falar um pouco do material resultante de sua investigação.

Na sequência, foi disponibilizado uma imagem representativa da sinestesia. Foi apresentada as seguintes situações-problema: “**A que se refere a imagem? Qual o significado da palavra SINESTESIA?**”. Iniciou-se um debate com toda a turma e muitas dúvidas foram esclarecidas e conceitos equivocados foram discutidos.

Os alunos leram e interpretaram as seguintes frases norteadoras: “**Olhava o canto dos pássaros**”; “**Sentia o gosto do barulho do mar**”.

Após as discussões disponibilizou-se o link da reportagem abaixo e para discussão na aula seguinte. <https://super.abril.com.br/saude/todos-os-sentidos/>

Na etapa 03 (O processo de formação de imagens ultrassonográficas) a aula foi iniciada com uma roda de conversa sobre o tema da reportagem, nos quais os alunos ficaram muito impressionados com essa condição neurológica. Após exposição das percepções dos alunos sobre a reportagem, foi perguntado: “**O que a sinestesia tem em comum com a formação da imagem no aparelho de ultrassom?**”.

Foi compartilhado algumas imagens sobre a técnica de ultrassom e solicitado que eles observassem algumas imagens ultrassonográficas, fizessem a correlação com o processo de sinestesia e respondessem a pergunta problema: “**Como você avalia as imagens ultrassonográficas e os sistemas que elas representam?**”.

4.5. Análise e Interpretação dos Dados

A análise foi feita seguindo uma perspectiva quali-quantitativa e descritiva a partir da apreciação das falas e das respostas aos questionamentos, da interação professor-aluno, aluno-aluno e do material escrito e produzido pelos estudantes. As respostas fechadas estão representadas por gráficos e as respostas abertas estão representadas com quadros com os trechos das falas dos estudantes.

Os dados quantitativos foram analisados por meio de 02 questionários, sendo 01 compostos de 05 (cinco) questões para coletar informações (dados) dos estudantes sobre a aula teórica com o livro didático (apêndice A) e outro com 07 (sete) questões para coletar informações (dados) dos estudantes sobre o uso do programa de computador versão gratuita easy anatomy – canine). Os resultados estão evidenciados nas discussões e representados por meio tabelas e gráficos.

Com relação aos dados qualitativos, estes foram analisados através das análises das falas, respostas e do material produzidos pelos alunos durante as socializações e discussões das atividades realizadas em sala de aula física e remota (online) com registros feitos em diário de bordo e também de acordo com um conjunto de indicadores de Alfabetização científica (AC) destacados abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 – Conjunto de Indicadores de Alfabetização Científica - AC.

Indicador	Descrição
-----------	-----------

Serição de informações	O primeiro indicador é a “seriação de informações”, ou seja, a instauração de bases, apoios para a ação investigativa, a qual “não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar” (SASSERON, 2008, p. 67; SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Organização de informações	Como segundo indicador temos a “organização de informações”, a qual emerge quando se busca organizar os dados existentes sobre o problema pesquisado. Conforme Sasseron (2008, p. 67) “este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias [sic] são lembradas”. (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Classificação de informações	O terceiro indicador denominado de “Classificação de informações”, associado a procura instituir particularidades para os dados alcançados após a realização da pesquisa. “Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha” (SASSERON, 2008, p. 67; SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Raciocínio lógico	Outro indicador proposto pela autora é o raciocínio lógico entendendo a maneira com que as ideias são desenvolvidas e apresentadas, incluindo a maneira como o pensamento é apresentado (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Raciocínio Proporcional	Um quinto indicador seria o raciocínio proporcional, que permite revelar a maneira como se estrutura o pensamento, bem como se refere ao modo como as variáveis se relacionam, delineando a interdependência que pode existir entre elas (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Levantamento de hipóteses	O levantamento de hipóteses se apresenta como o sexto indicador e assinala momentos em que são erguidas conjecturas sobre certa temática. Sasseron (2008, p. 68) menciona que “este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema)” (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Teste de hipóteses	O teste de hipóteses aborda as fases em que as conjecturas arquitetadas são postas à prova. Sendo que esse “pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores” (SASSERON, 2008, p. 68; SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Justificativa	Surge quando uma afirmativa qualquer pronunciada, lança uma segurança para o que é sugerido (SASSERON, 2008, p. 68; SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Previsão	O nono indicador descrito por Sasseron (2008) é o da previsão sendo apontado quando se confirma, garante uma ação ou fenômeno que acontece acompanhado de certos episódios (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
Explicação	A explicação é citada pela autora como décimo indicador que acontece quando se procura relacionar informações e hipóteses já construídas. Normalmente, segundo Sasseron (2008, p. 68) “a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões”. (SANTOS <i>et al.</i> , 2021).

Justificativa, previsão, explicação	Quando atrelados esses três últimos indicadores citados percebe-se outro indicador que seria “[...] a construção de modelo explicativo capaz de tornar clara a compreensão que se tem de um problema qualquer e as relações que se pode construir entre este conhecimento e outras esferas da ação humana” (SASSERON, 2008, p. 69; SANTOS <i>et al.</i> , 2021).
---	--

Fonte: Sasseron (2008); Santos *et al.*, (2021)

Foram analisados as discussões e socializações entre professor e alunos, assim como os dados obtidos através das análises referentes ao questionário, conhecimento prévio e atividades desenvolvidas, observando as falas e respostas dos discentes, procurando identificar os indicadores de alfabetização científica como: organização de informações, explicação, justificativa, previsão, levantamento de hipótese, teste de hipótese, raciocínio lógico e raciocínio proporcional (SASSERON; CARVALHO, 2011). Esses indicadores tratam de habilidades vinculadas à construção de entendimento sobre temas das Ciências que podem estar em processo de aprendizagem e evidenciam o papel ativo dos estudantes na busca pelo entendimento dos temas curriculares das Ciências (SASSERON, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Aula tradicional com auxílio do livro didático e aplicação de questionário

A questão problema apresentada levou os estudantes a pensarem de que forma o uso das imagens do livro didático em uma aula tradicional os ajudam na aprendizagem de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados. Os estudantes apresentaram seus conhecimentos prévios sobre o que eles acreditavam estar relacionado com as imagens, citando apenas palavras e estas foram anotadas no quadro. Iniciou-se um debate, durante o qual se verificou que algumas palavras que foram citadas estavam equivocadas ou não se relacionavam com o conteúdo e as dúvidas foram esclarecidas.

O assunto foi explicado de forma expositiva tradicional e os participantes acompanharam-na fazendo associações com as imagens do livro didático. Explorou-se os elementos constitutivos das imagens em questão, evidenciando os aspectos mais relevantes. Após a exposição da aula, eles responderam o questionário. As respostas da primeira questão estão representadas no Quadro 2, as quais foram identificados por letra e números a fim de preservar as identidades dos participantes.

A primeira questão foi respondida por 73,5% dos estudantes, os demais, quais sejam, (26,5%) deixaram-na em branco. Analisando os trechos dos participantes que responderam a questão 01, observa-se que a maioria dos estudantes gostaram das imagens do livro didático. Acredito que a prevalência de respostas positivas é devido a estratégia de leitura da imagem acompanhada da explicação do conteúdo, Pois à medida que o assunto foi sendo explicado, os alunos exploraram as imagens e tiraram suas dúvidas com o professor .

Salienta-se que a mediação do professor nesse processo de interpretação das imagens com os alunos é extremamente necessária. Segundo Gibin & Ferreira (2013), as imagens não são autoexplicativas, a sua compreensão não é imediata, o seu uso no contexto pedagógico da sala de aula necessita da mediação do professor, ele pode ajudar o aluno a perceber, entre outros aspectos, os elementos constitutivos da imagem em questão, explicitando os aspectos mais relevantes.

QUESTÃO 1. Qual a sua percepção acerca das aulas expositivas tradicionais com o auxílio do livro didático como metodologia no ensino de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados?

QUADRO 2. Respostas para a primeira questão do questionário sobre as imagens do livro didático.
Fonte: Elaboração do autor, 2022

E1	<i>“É pouco interessante”.</i>
E2	<i>“Utilizar o livro nas aulas é bom”.</i>
E3	<i>“Eu acho meio chato pois sempre são do mesmo jeito e não da pra fica animado pra estuda isso.”</i>
E4	<i>“Ficou melhor de entender o assunto mais profundamente.”</i>
E5	<i>“Bom eu não gosto muito com o livro só”.</i>
E6	<i>“Bom é legal”.</i>
E7	<i>“As aulas são boas, mais poderia melhorar”.</i>
E8	<i>“Muito boa”.</i>
E9	<i>“Aulas mais esclarecidas.”</i>
E10	<i>“Muito bom, porém com as aulas práticas seria bem melhor.”</i>
E11	<i>“Bom, mais eu queria mais práticas”.</i>
E12	<i>“Eu acho muito bom”.</i>
E13	<i>”Bom as aulas tradicionais são ótimas”.</i>
E14	<i>”Bom, devia melhorar mais um pouco”.</i>
E15	<i>“Na minha percepção poderia ser mais interessante com mais praticidade”.</i>
E16	<i>“As aulas é muito otima”.</i>
E17	<i>“As aulas são muito boas”.</i>
E18	<i>“São muito boas interessantes e proveitosas”.</i>

E19	<i>“As aulas são boas mas acho que tinha que ter um pouco mais de prática para melhorar a sabedoria de aluno.”</i>
E20	<i>“A minha percepção é que o uso do livro didático melhora muito o ensino”.</i>
E23	<i>“É legal, mais iria ser melhor se tivesse mais aula prática”.</i>
E26	<i>“No meu ponto de vista as aulas tradicionais são boas e explicativas, mais precisa de mais experiências com base em práticas..”</i>
E27	<i>“As aulas são um pouco chatas mais dá pra entender”.</i>
E30	<i>“Não é muito interessante com livro”.</i>
E32	<i>“Eu acho que as aulas com os livros, boas mas poderia melhorar para não se tornar uma aula repetitiva.”</i>

As respostas da segunda e terceira perguntas, que se referiam ao sistema circulatório de peixes e anfíbios, estão representadas nos gráficos 1 e 2, respectivamente, e nos mostra que a maioria dos participantes consideram as imagens boas. A quantidade de cavidades do coração foi a informação mais bem entendida pelos participantes na visualização da imagem.

Gráfico 1. Respostas para a segunda questão do questionário sobre as imagens do livro didático.



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Gráfico 2. Respostas para a terceira questão do questionário sobre as imagens do livro didático.



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

No trabalho de Gibin & Ferreira (2013), diz que as ilustrações empregadas em um livro didático que repetem as informações contidas em texto produzem um efeito positivo sobre a aprendizagem e que a utilização da imagem pode ser útil como um recurso didático, pois esse caráter intuitivo da linguagem visual pode facilitar a aprendizagem dos educandos. Para Souza (2020), o uso da imagem no ensino de Biologia é mais eficiente na fixação do conteúdo do que aulas exclusivamente com uso de textos.

Durante a aula tradicional com o uso das imagens do livro didático, foram feitas perguntas pelos participantes a respeito da cor do sangue tal como apareciam na figura, no caso, azul e vermelho, e a respeito do sentido das setas contidas nas imagens. Perguntas feitas pelos participantes nesse momento da aula:

Aluno X

“Por que aparece o sangue com a cor azul e com a cor vermelha, se o sangue todo é vermelho?”

Aluno Y

“O que significava as setas que apareciam nas imagens?”

A quarta questão foi respondida por 59% dos estudantes (Quadro 3), 41% deixaram a questão em branco. Os participantes consideraram a quantidade de cavidades do coração como a principal diferença no sistema circulatório dos grupos estudados. Para Tomio e colaboradores (2013), a leitura e interpretação de imagens tem tido uma notoriedade clara no contexto atual da educação, merecendo assim, destaque nas pesquisas em ensino de Biologia.

QUESTÃO 4. Na sua opinião, com base nas imagens do livro didático, qual a principal diferença observada no sistema circulatório de peixes, anfíbios e mamíferos?

QUADRO 3. Respostas para a quarta questão. Fonte: Elaboração do autor, 2022.

E2	<i>“A diferença na quantidade de cavidades”.</i>
E3	<i>“O do peixe só tem duas cavidades e do anfíbios tem mais cavidades.”</i>
E4	<i>“Os peixes tem 1A e 1v, anfíbios tem 2A e 1v e os mamíferos tem 2A e 2v”.</i>
E5	<i>“Os peixes assim como anfíbios e mamíferos possui diferenças entre seus corações”.</i>
E6	<i>“A diferença é que uns tem mais atrios e ventrículos.”</i>

E7	<i>“Os formatos do coração”.</i>
E8	<i>“A diferença entre alguns tem mais tubos”.</i>
E12	<i>“Vários tipos de formato do coração”.</i>
E13	<i>“O coração e as cavidade ssanguineas”.</i>
E14	<i>“Alguns tem menos cavidades e outros tem mais”.</i>
E15	<i>“cada tipo de animal tem as cavidades diferentes”.</i>
E16	<i>“A diferença que alguns tem mais tubos e outros menos”.</i>
E18	<i>“Alguns tem cavidades diferentes”.</i>
E19	<i>“A forma do coração do peixe é diferente dos outros”.</i>
E20	<i>“Os peixes possui duas cavidades, anfíbios três cavidades e mamíferos quatro”.</i>
E23	<i>“São composto por mais ventricos e antrito”.</i>
E26	<i>“As cavidades e suas quantidades diferencia”.</i>
E27	<i>“Diferentes no coração deles”.</i>
E30	<i>“O peixe tem 1 atrio e um ventriculo, os anfíbios tem dois atrios e 1 ventriculo”.</i>
E32	<i>“Os formatos dos corações e cavidades de cada mamíferos”.</i>

Na quinta questão, 41,2% dos estudantes responderam que foi bom o seu nível de interesse nas aulas de anatomia e fisiologia e 29,4% acham-na regular (Gráfico 3). O nível de participação na aula ministrada de forma tradicional com o auxílio do livro didático foi elevada. Apesar de ter sido uma aula ministrada na forma con-

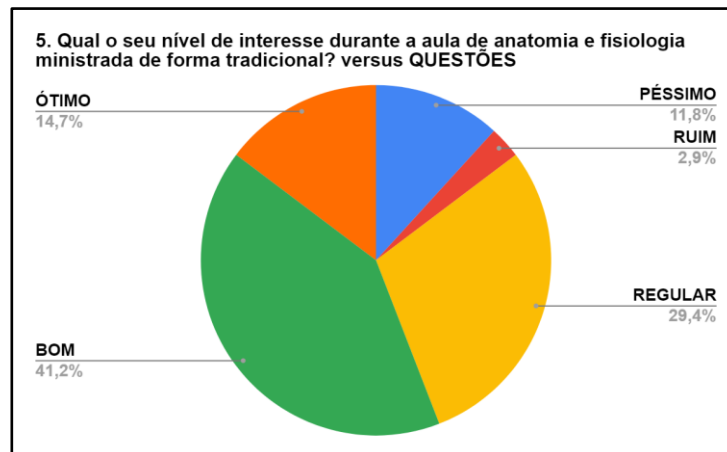
vencional, a estratégia de explorar as imagens contidas no material e dar significância as elas, tornara a aula mais dinâmicas e interessantes para a maioria dos participantes.

Fazendo uma análise qualitativa dos indicadores de AC referente ao quadro 3 é possível identificar esses indicadores nas falas dos alunos. O que pode ser verificado no quadro 4.

QUADRO 4. Categorização dos indicadores de AC sobre as imagens do livro didático e a principal diferença observada no sistema circulatório de peixes, anfíbios e mamíferos. Fonte: Sasseron (2008); Santos et al., (2021)

Aluno (a)	Análise das falas dos alunos sobre as imagens do livro didático e a principal diferença observada no Sistema circulatório de peixes, anfíbios e mamíferos.	Indicadores de AC observados
E 4	<i>“Os peixes tem 1A e 1v, anfíbios tem 2A e 1v e os mamíferos tem 2A e 2v”.</i>	Organização de informações Serição de informações
E 3	<i>“O do peixe só tem duas cavidades e do anfíbios tem mais cavidades.”</i>	Explicação
E 32	<i>Os formatos dos corações e cavidades de cada mamíferos”.</i>	Justificativa Explicação
E 20	<i>“Os peixes possui duas cavidades, anfíbios três cavidades e mamíferos quatro”.</i>	Serição de informações
E 19	<i>“A forma do coração do peixe é diferente dos outros”.</i>	Explicação Raciocínio lógico

Gráfico 3. Respostas para a quinta questão que versava sobre o nível de interesse na aula ministrada de forma tradicional com livro didático.



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.2. Aula com uso do programa Easy Anatomy – Canine (Programa de Anatomia 3D) e aplicação de questionário

O acesso ao programa foi feito de forma on-line na sua versão gratuita. Foi informado aos estudantes que existe também a versão paga, onde o nível de acesso é mais amplo. As imagens anatômicas em 3D de *Canis lupus familiaris* (popularmente conhecido como cachorro) foram projetadas e o sistema circulatório explorado de maneira interativa e dinâmica.

Durante as aulas, percebi que os alunos ficaram bastante eufóricos com as imagens em movimento e mais atentos por estarem vivenciando um ambiente diferente do habitual. Cinco alunos pediram para manipular o software. Para estes o programa pareceu de fácil manuseio. Alguns relatos foram:

Aluno F

“Esse programa é muito legal”;

Aluno G

“Hoje quem não sabe mexer né”;

Aluno H

“A gente pode ver o animal de todos os lados”;

Aluno I

“É fácil de mexer”

Aluno J

“Dá pra ver o coração batendo”.

O grande interesse pelos alunos na aula com uso do software de anatomia 3D em sala de aula está de acordo com os trabalhos de Costa (2017). O uso de softwares educacionais, animações em vídeo, editores de texto e a própria internet em ambientes de aprendizado eleva a condição da escola a um ambiente multimídia e recebe o educando, que é proveniente deste meio de forma natural, induzindo assim este a reconhecer a escola como um ambiente agradável aos seus interesses e não como um local de simples aquisição e acumulação de conteúdo.

Após as aulas com o uso do software de anatomia 3D, Os participantes responderam ao questionário. Na primeira questão, foi perguntado: **Você já tinha utilizado algum programa virtual como auxílio na aprendizagem de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados?** 79,4% dos alunos responderam que não tinham utilizado e 20,6% responderam que já tinham utilizado.

Verifica-se que a maioria dos alunos nunca tiveram participado de uma aula de Biologia com o uso de um software no estudo de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados. A aula possibilitou uma interatividade positiva entre as imagens estudadas com o auxílio do software de anatomia 3D e as intervenções do professor. Mesmo com as limitações no manuseio, Pois a aula foi realizada em sala de aula com o software projetado na parede da sala por meio de um notebook e datashow, onde não foi possível que todos os alunos manipulassem o software, o que seria possível se a aula fosse realizada no laboratório de computação, onde não foi possível por razões técnicas.

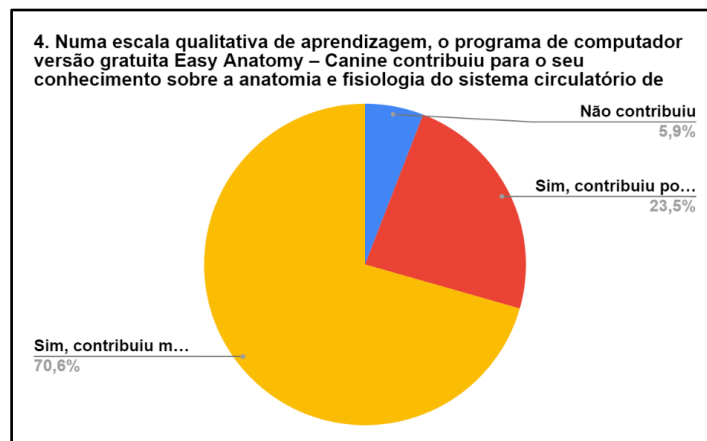
Na segunda questão, quando perguntados: **Você já tinha acessado o programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine?** 89,4% respondeu que nunca acessou o programa Easy Anatomy – Canine e 20,6% responderam que já haviam usado. Diante desses percentuais podemos observar que a maioria dos estudantes nunca haviam acessado este software pelo fato de se tratar de um programa bem específico e mais comumente utilizado na medicina veterinária, já outros participantes tinham utilizados o programa, pois o professor já tinham comentado sobre o software na sala de aula.

Na terceira questão, quando perguntados: **Você sentiu dificuldade para acessar o programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine?**

Os cinco participantes que manipularam o software, não sentiram dificuldade em manipular o programa, pois a utilização de ferramentas virtuais fazem parte de sua vivência de acordo Sobrinho & Borges (2010), os participantes que não manipularam o software acham que se manipulassem não sentiriam dificuldade. Os dados da quarta questão revelam que, 70,6% dos estudantes responderam que o programa contribuiu muito para o seu conhecimento sobre a anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados, 25,5% responderam que contribuiu pouco e 5,9% responderam que não contribuiu (Gráfico 4).

A resposta positiva acerca do software, deve-se ao seu caráter lúdico, ao dinamismo das imagens e à interação proporcionada pelo programa. Tudo isso, torna o programa mais interessante e atrai a atenção dos estudantes para o assunto estudado.

Gráfico 4. Respostas para a quarta questão do questionário sobre o programa Easy Anatomy – Canine.



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Na quinta questão, nas respostas dos estudantes (Quadro 5), observa-se que eles acham as aulas com o programa muito interessantes, pois o programa permite conhecer as estruturas internas do corpo do animal de forma interativa e dinâmica.

O uso do computador na educação pode favorecer a aprendizagem devido a sua capacidade de apresentar aos discentes aspectos do conteúdo difíceis de serem visualizados (ZARA, 2011).

O uso de simuladores, por meio de abordagem investigativa, associados a outras metodologias, potencializam o ensino de conteúdos abstratos, por proporcionar interação e a visualização, além de motivar os educandos sendo a motivação essencial no decorrer de processos de ensino e aprendizagem (GREGÓRIO; MATOS; OLIVEIRA, 2016).

QUESTÃO 5. Qual a principal contribuição que o programa Easy Anatomy – Canine, proporcionou para o aprendizado da anatomia e fisiologia comparada de vertebrados?

QUADRO 5. Respostas para a quinta questão. Fonte: Elaboração do autor, 2022.

E1	<i>“Foi muito melhor de que os livros”.</i>
E3	<i>“Contribuiu mais para o aprendizado”.</i>
E4	<i>“Nos deu uma experiencia muito maior”.</i>
E6	<i>“Sim o app contribui muito para o nosso aprendiz”.</i>
E8	<i>“Maior desempenho nas aulas e mais pratico.”</i>
E9	<i>“Contribuiu bastante”.</i>
E11	<i>”Sim o app contribuiu”.</i>
E12	<i>“Ajudou a aprender mais ”.</i>
E14	<i>“O programa me ajudou a entender mais”.</i>
E17	<i>“É muito melhor para aprender do que o livro”.</i>
E19	<i>“A aula ficou mais interessante mais legal”.</i>
E20	<i>“Conhecer os orgaos do corpo dos animais”.</i>
E22	<i>“Ensinou a ver os orgaos por dentro e suas funções”.</i>

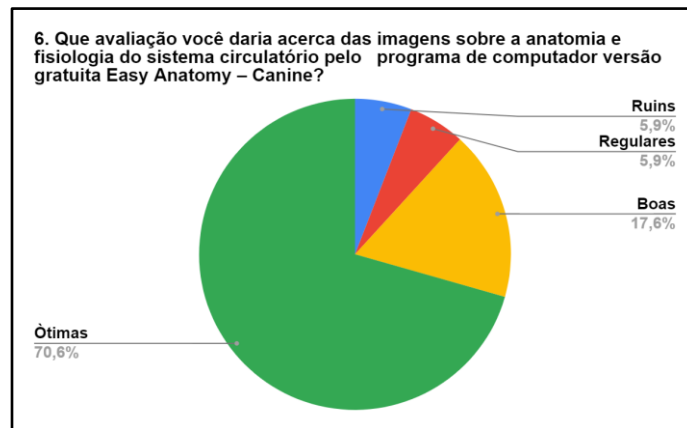
E24	<i>“Conhecer de forma pratica a parte do corpo dos seres vivos”.</i>
E25	<i>“A gente conseguiu ver melhor as imagens”.</i>
E27	<i>“Conseguimos ter mais a vista os órgãos”.</i>
E29	<i>“Ele mostra bem todos os órgãos gostei muito do programa”.</i>
E30	<i>“Mostrou todos os orgoas funcionando perfeitamente”.</i>
E31	<i>“Apresentação de imagens dos animais vertebrados”.</i>

Observou-se nas respostas a sexta questão, que a maioria dos estudantes, 70,6% avaliaram como ótimas, as imagens do programa Easy Anatomy – Canine, 17,6% acharam as imagens boas, 5,9% acharam as imagens regulares e 5,9% acharam as imagens ruins.

Durante as aulas com o software, foi percebido que os estudantes ficaram bastante admirados com o detalhamento das estruturas estudadas e com o realismo que as imagens em 3D proporcionaram. Expressões como: *“As imagens se mexem”*; *“Que legal, esse programa”*, eram ouvidas sempre que se manipulava o software.

No ensino de Biologia, a carência de ferramentas tecnológicas adequadas impossibilita, muitas vezes, a percepção por parte do estudante de uma representação dinâmica dos processos, impedindo a obtenção do conhecimento e entendimento desse processo (NOBRE *et al.*, 2013).

Gráfico 5. Respostas para a sexta questão do questionário sobre o programa Easy Anatomy – Canine.



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

A utilização de softwares tem se mostrado uma ferramenta eficaz, capaz de ocasionar mudanças significativas na capacidade perceptiva e interativa dos alunos. No entanto, ressalta-se, que nem todos os softwares são de domínio público e alguns requerem que o professor invista recursos financeiros próprios para inserir um software em sua prática pedagógica (QUEIRÓS; SILVA JUNIOR; EDDINE, 2021).

Nas respostas da sétima questão, constatou-se que a maioria dos estudantes apontam que a principal diferença entre as duas metodologias está no fato do programa tornar a aula mais interessante, mais atrativa e fácil de entender o assunto. (Quadro 6).

A utilização de simulações no ensino de Biologia é uma potente ferramenta para o processo ensino-aprendizagem (FIGUEIREDO; WERNECK; COSTA, 2013).

QUESTÃO 7. Na sua opinião, qual a principal diferença entre a aula de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrado ministrada de forma tradicional e com o auxílio do programa Easy Anatomy – Canine?

QUADRO 6. Respostas da sétima questão. Fonte: Elaboração do autor, 2022.

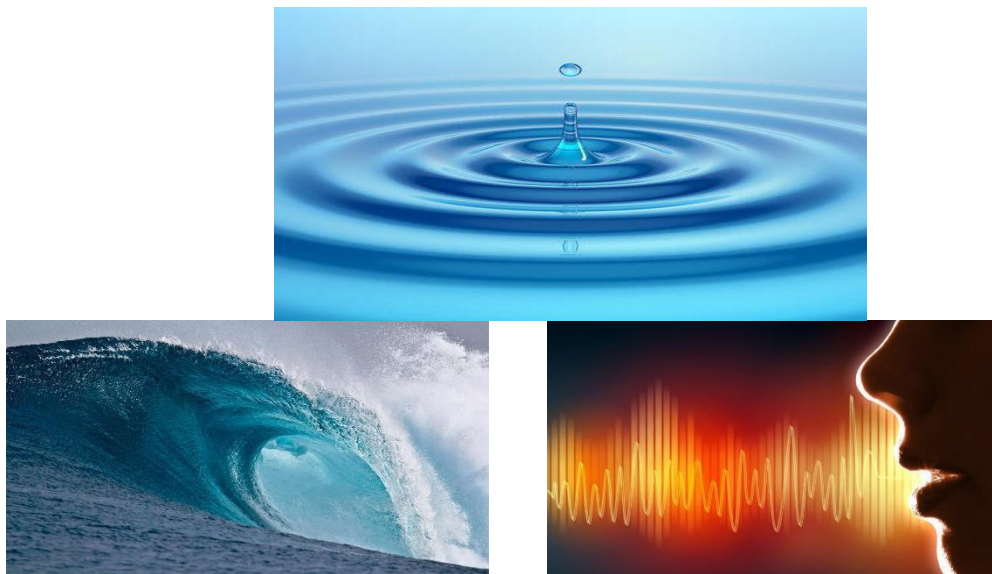
E1	<i>“Com o aplicativo é mais pratica com mais aprendizagem”.</i>
E2	<i>“A diferença com o app é muito grande”.</i>
E4	<i>“Com o programa a aprendizagem é uma aula melhor”.</i>

E5	<i>“Com o programa é melhor que o tradicional”.</i>
E7	<i>“Com o programa a aula se torna mais especial e interessante.”</i>
E9	<i>“Com o programa foi mais fácil aprender sobre o conteúdo”.</i>
E10	<i>”Com o programa ficou muito bom para aprendizado”.</i>
E12	<i>“Na aula normal não tem essas imagens ”.</i>
E13	<i>“Com o programa é bem melhor”.</i>
E18	<i>É bem melhor com o programa”.</i>
E19	<i>“A aula tradicional é meio chata e não dá pra entender”.</i>
E20	<i>“É melhor com o auxílio do programa e deixa a aula mais interessante”.</i>
E23	<i>“Facilita o entendimento do corpo dos seres vivos com o programa”.</i>
E25	<i>“Que ajuda a aprender sobre o corpo dos seres vivos com o app”.</i>
E26	<i>“O programa deixa as aulas mais legais”.</i>
E28	<i>“O programa é mais interessante”.</i>
E29	<i>“A aula com aplicativo ficaria melhor”.</i>
E30	<i>“Com o auxílio do programa conseguimos entender bastante”.</i>
E32	<i>“A forma de ensino mais prático é melhor”.</i>
E33	<i>“A diferença é a aula no computador é menos chata de que com os livros”.</i>

5.3. Aula online sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas de órgãos de animais vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar (SEI).

Na etapa 01 da SEI: **O fenômeno da ondulatória e sua importância na vida de alguns seres vivos.** Após o compartilhamento das imagens na tela do computador (Figura 2), os alunos responderam à seguinte questão-problema: **O que as imagens têm em comum?**

Figura 4. Imagens relacionadas ao fenômeno da ondulatória.



O que as imagens acima têm em comum?

O problema levou os participantes a refletirem um pouco sobre as imagens e aos poucos eles foram expondo suas opiniões (Quadro 7).

QUADRO 7. Respostas para a questão-problema.

Questão problema: O que as imagens acima têm em comum?	
Aluno A	<i>“Quando eu joga uma pedra na água aparece esses ciclos que eu acho que deve ser igual a uma onda da praia só que menor”.</i>
Aluno B	<i>“Eu só sei a da onda da praia”.</i>
Aluno C	<i>“A imagem da pessoa falado eu sei que tem a ver com o som, porque na igreja quando eu deixo o som mais alto aparece essas coisinhas e o outro é o da onda”.</i>

Aluno D	<i>“Acho que tem a ver com o barulho, quando a gente fala sai som, a onda da praia tem som”.</i>
Aluno E	<i>“Acho que produz onda”.</i>
Aluno F	<i>“Não entendi a pergunta”.</i>
Aluno G	<i>“Acho que vibra”.</i>
Aluno H	<i>“Acho que alguma coisa está se espalhando”.</i>

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

No quadro 7 também é possível verificar Indicadores de AC conforme demonstrado no quadro 8.

QUADRO 8. Categorização dos Indicadores de Alfabetização Científica sobre a etapa 01 da SEI

Aluno	Análise das falas dos alunos sobre a aula online sobre o fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas	Indicadores de AC observados
Aluno A	<i>“Quando eu jogo uma pedra na água aparece esses ciclos que eu acho que deve ser igual a uma onda da praia só que menor”.</i>	Levantamento de hipóteses Previsão
Aluno C	<i>“A imagem da pessoa falado eu sei que tem a ver com o som, porque na igreja quando eu deixo o som mais alto apareça essas coisinhas e o outro é o da onda”.</i>	Explicação Teste de hipóteses Explicação justificativa
Aluno D	<i>“Acho que tem a ver com o barulho, quando a gente fala sai som, a onda da praia tem som”.</i>	Levantamento de hipóteses

Fonte: Sasseron (2008); Santos *et al.*, (2021).

Analisando as palavras contidas nas respostas produzidas por alguns dos participantes, como por exemplo: “**barulho, barulho da onda do mar**”, “**vibração, coisa espalhando**”, constatou-se que alguns dos participantes conseguiram fazer uma interpretação assertiva sobre o que estava representado nas imagens. Durante o diálogo, posterior à análise das imagens, com a participação e coordenação do professor, algumas das respostas dos participantes foram ressignificadas e outras impulsionadas. Verificou-se também o levantamento de hipótese por parte de alguns dos participantes, condição necessária para uma AC.

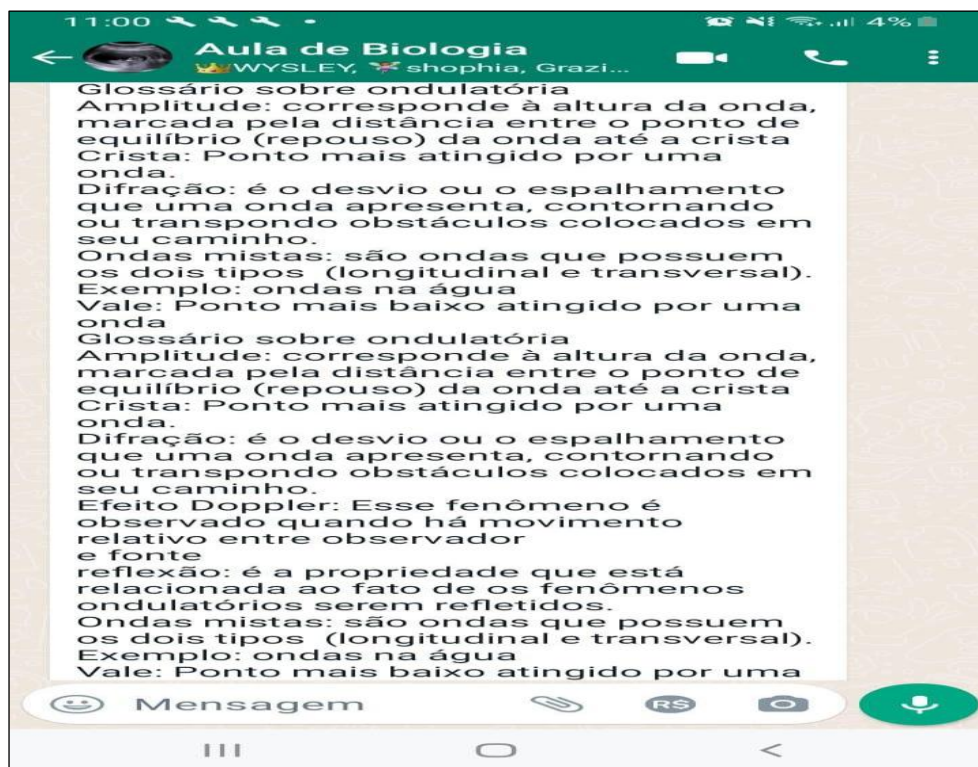
Segundo Clement e colaboradores (2015), o desenvolvimento de competências educacionais positivas por parte dos estudantes se torna possível na modalidade do ensino por investigação, pois o estudante tem um papel ativo no processo, sendo ele o protagonista da sua aprendizagem.

Após esse momento de discussão coletiva, foi socializado o glossário (Figura 5) confeccionado pelos participantes, com a orientação do professor, a partir de pesquisa em fontes diversas. Constatou-se que o momento de construção do material didático, no caso, um glossário, proposta pelo professor, fez com que a aprendizagem se tornou-se significativa para os participantes, pois os conhecimentos prévios foram ampliados e atualizados no processo de elaboração do material didático.

Termos relacionados ao processo de ondulatória como “**amplitude**”, “**difração**”, “**ondas mistas**”, “**efeito doppler**”, “**reflexão**” contidas no glossário foram corretamente definidos, o que demonstra ter havido uma boa seleção dos conceitos destes termos no ato da investigação/pesquisa.

A preocupação na seleção dos termos para compor o glossário representa uma expectativa conceitual positiva e relevante para o aprendizado do tema estudado.

Figura 5. Glossário confeccionado pelos estudantes.



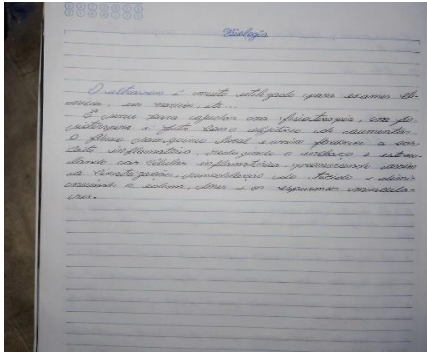
Fonte: autor

As imagens da figura 6 relacionam-se a etapa 02 da SEI, nos quais os participantes produziram um material referente presença do fenômeno da ondulatória na vida de seres vivos e na vida cotidiana dos humanos. Houve um momento de diálogo nos quais os participantes socializaram o material de sua pesquisa e dessa forma

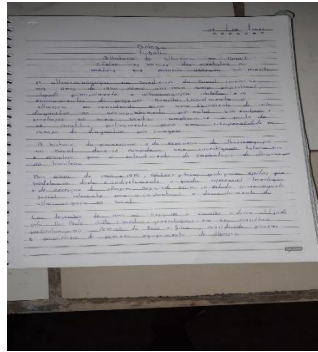
houve uma contribuição coletiva para a construção do conhecimento sobre o tema trabalhado.

Figura 6. Imagens dos materiais produzido pelo alunos sobre o fenômeno da ondulatória na vida de seres vivos e na vida cotidiana dos humanos

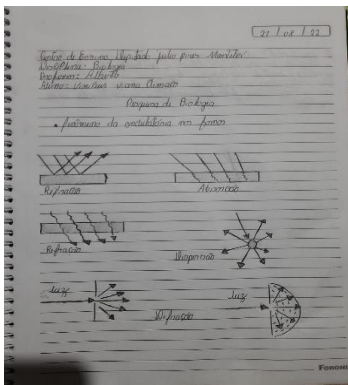
Aluno(a) A



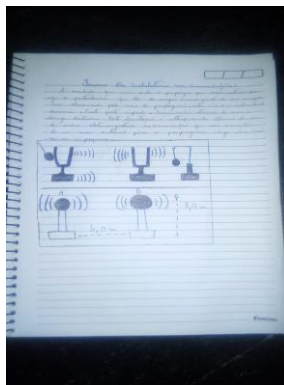
Aluno(a) B



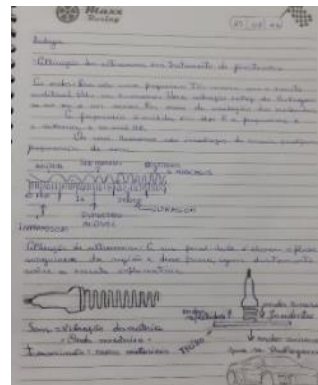
Aluno(a) C



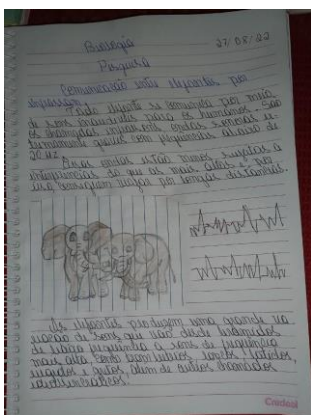
Aluno(a) D



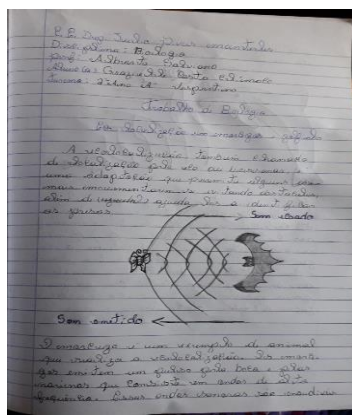
Aluno(a) E



Aluno(a) F



Aluno(a) G



Aluno(a) H



Fonte: autor

no sentido de envolver ainda mais os estudantes com o tema trabalhado e estimulá-los a alcançarem um aprendizado satisfatório foi solicitado a leitura e interpretação da imagem contida na figura 7:

Figura 7. Imagem representativa dos órgãos dos sentidos.



A que imagem se refere? Qual o significado da palavra SINESTESIA?

Foi unânime a resposta de que a imagem da figura 7 se referia a partes do corpo humano. Nenhum deles responderam qual o significado da palavra **SINESTESIA**. Quando instigados sobre a função do que cada parte do corpo representado na imagem realizava e o termo que os definiam coletivamente, um dos alunos falou que se tratavam dos órgãos do sentido e os demais concordaram. No caso, os participantes sabiam do que se tratavam, mas foi necessário um estímulo do professor para a informação ser acessada em suas mentes.

Eles não conseguiram interpretar as frases:

“Olhava o canto dos pássaros”

“Sentia o gosto do barulho do mar”.

Foi dado um tempo para que fizessem uma pesquisa relâmpago sobre a definição da expressão **SINESTESIA** e chegou-se a informação que a palavra era composta por radicais gregos (syn-) "união" ou "junção" e (-esthesia) "sensação" e com o estímulo do professor eles conseguiram interpretar e entender as frases expostas e também constataram que se tratavam de exemplos de uma figura de linguagem que na língua portuguesa era chamada de sinestesia justamente por ter uma relação de planos sensoriais diferentes.

Na etapa 03: **O processo de formação de imagens ultrassonográficas**. Os estudantes leram uma reportagem disponibilizada no grupo de whatsapp da turma por meio do link: <https://super.abril.com.br/saude/todos-os-sentidos/>.

A aula foi iniciada com uma roda de conversa sobre o tema da reportagem, nos quais os alunos ficaram muito impressionados com essa condição neurológica. As falas de alguns alunos durante esse momento foram:

Aluno A: *“Fiquei impressionado como uma pessoa pode ver o som”*.

Aluno B: *“Ela vê e ouve ao mesmo tempo?”*.

Aluno C: *“Eu nunca tinha ouvido falar nisso”*.

Aluno D: *“No começo da reportagem pensei que fosse uma doença, agora sei que não é”*.

Aluno E: *“Achei essa reportagem muito interessante”*.

Aluno F: *“E tem muita que tem e nunca ouvir falar nisso”*.

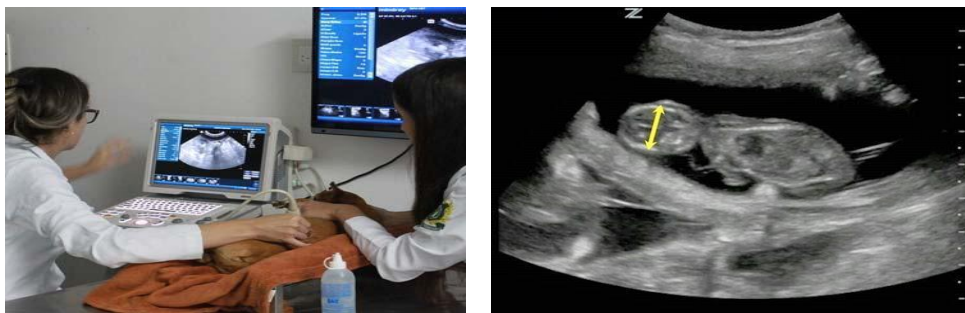
Aluno G: *“Eu não conhecia essa palavra”*.

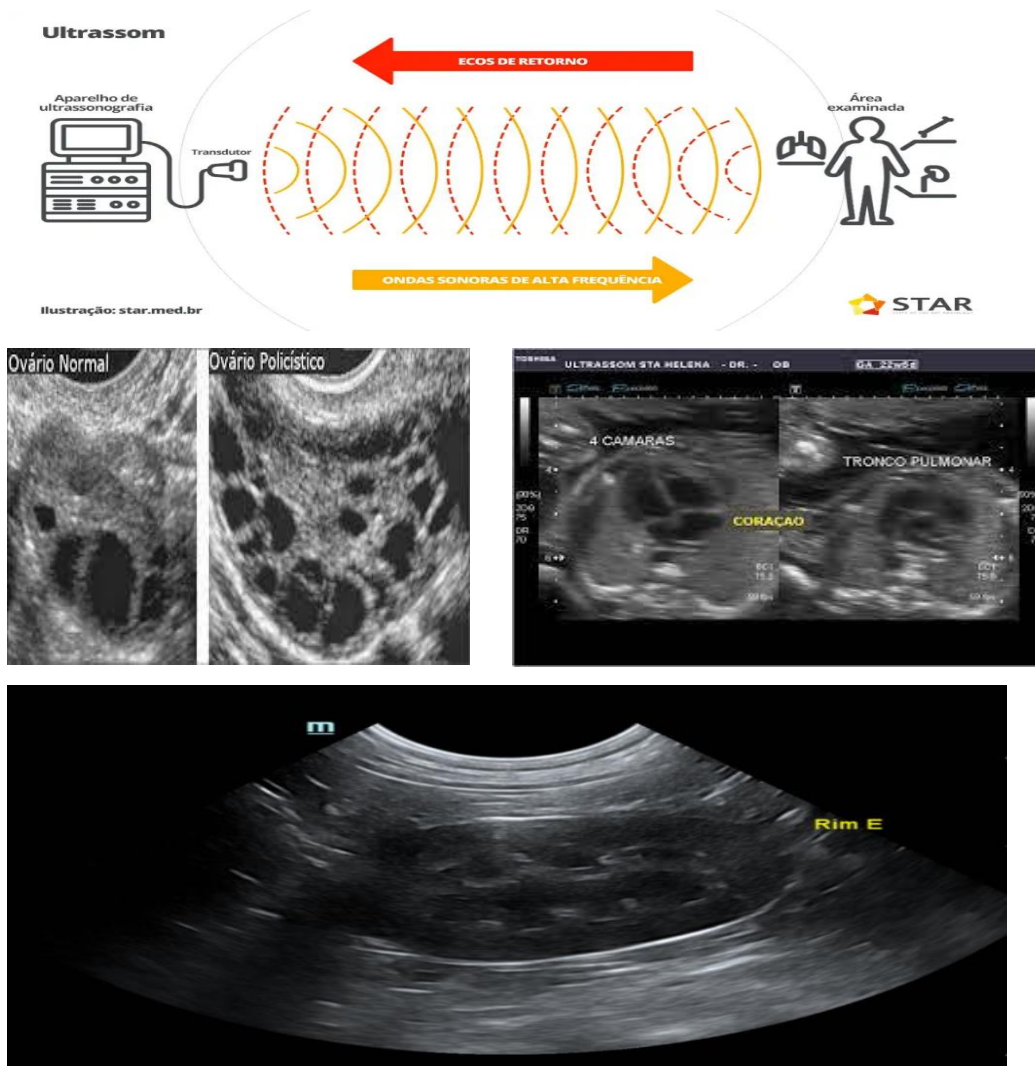
Aluno H: *“Essa palavra é nova pra mim”*.

Percebeu-se pelas falas dos estudantes que eles não tinham conhecimento dessa condição neurológica e que foi uma oportunidade para que eles investigassem e se aprofundassem no assunto tendo a reportagem como material inicial e também cumprindo a função de despertar a curiosidade nos alunos.

Após esse momento de discussão sobre a reportagem, foi disponibilizado e solicitado que fizessem a leitura e interpretação da figura 8 e que respondessem à seguinte pergunta: **“O que a sinestesia tem em comum com a formação da imagem no aparelho de ultrassom?”**.

Figura 8. Imagens representativas dá técnica de ultrassom.





Apenas quatro alunos responderam:

Aluno B: *“Tem haver com ondas?”*

Aluno C: *“Imagem e som é tudo onda”.*

Aluno D: *“A imagem é formada por onda?”.*

Aluno E: *“Deve ter haver com a imagem”.*

Analisando as falas e as discussões acerca do assunto mediada pelo professor, constatou-se que os estudantes conseguiram correlacionar o conceito de ondas à formação de imagens no aparelho de ultrassom e que tal como o cérebro de um sinesteta (pessoa com sinestesia) que transforma o som em imagens, em uma das formas de manifestação da condição neurológica, o aparelho de ultrassom faz semelhante, só que de maneira programada e intencional. Uma onda é emitida reflete no tecido ou órgão volta pelo aparelho e é transformada em imagem pelo computador.

A postura ativa dos estudantes diante do processo ensino-aprendizagem na forma investigativa não é uma unanimidade, dessa forma, o professor precisa constantemente refletir sobre suas abordagens didático-metodológicas e sempre buscar e adotar formas envolventes e que vissem atingir o maior nível de participação possível da turma durante a aula e um melhor resultado no aprendizado, sempre colocando o aluno como protagonista de todo o processo, buscando incentivá-los ao diálogo, a reflexão e a criticidade para que sejam autores de seu próprio conhecimento (CALLEGARO; ROCHA, 2016).

As respostas de alguns alunos, ao avaliarem as imagens ultrassonográficas e os sistemas e estruturas que elas representam. As respostas de alguns foram:

Aluno A: *“Não muito boas. Só consegui entender porque tem legenda”.*

Aluno B: *“Achei boas. O problema é porque é preto e branco”.*

Aluno C: *“Boas. Mas achei muito difícil de entender”.*

Aluno D: *“Parece um borrão. Não achei muito legal”.*

Aluno E: *“Gostei. Consegui entender a imagem do bebê e do coração”.*

Aluno F: *“Eu não entendi nada”.*

Aluno G: *“Eu gostei. Achei difícil de entender, mas gostei”.*

Aluno H: *“Achei interessante. Pra mim foi um pouco difícil de entender”.*

Percebe-se que a maioria dos estudantes sentiram dificuldade para fazer a leitura e interpretação das imagens ultrassonográficas, em um primeiro momento, porém superadas com a orientação do professor. Destaca-se que para uma profissional leitura de imagens ultrassonográficas e interpretação, requerem um treinamento aprofundado sobre a técnica e o manuseio do aparelho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu concluir que o uso de imagens do livro didático, de programas virtuais 3D de anatomia e fisiologia e imagens ultrassonográficas associadas a metodologias ativas funcionais, como o ensino por investigação, são eficientes no aprendizado de anatomia e fisiologia do sistema circulatório de animais vertebrados, corroborando estudos anteriores sobre o tema, de autores citados no trabalho. Salienta-se que o presente trabalho levou em conta os resultados dos

questionários aplicados e análises das respostas e falas durante o desenvolvimento da SEI, para definir que o aprendizado é eficiente com o uso de imagens e metodologias ativas, como o ensino por investigação. Dessa forma, as metodologias utilizadas neste trabalho podem ser adotadas por docentes das áreas de ciências, biologia e afins.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELOTTI, S. H. A.; FARIA, M. A. Relação professor-aluno. **Saberes da Educação**, v.1, n. 1, p. 01-12, 2010.

BATISTA, P. R.; LOMONACO, O. A. O.; RIBEIRO, L. J. G. Novos caminhos para o ensino da física: o uso de softwares educacionais. **Revista de Iniciação Científica – UNIFEG**, Guaxupé, n. 13, novembro. 2013.

BEZERRA, A. V. Softwares educativos e o seu uso no ensino de biologia. **Monografia**. Universidade Federal da Paraíba, 2010.

BASTOS, M. G.; RONZANI, F. A. T.; CARMO, W. B.; TOLEDO, G. C.; PAULA, R. B. Integração do ensino da ultrassonografia point of care no currículo de graduação em medicina: um relato de experiência. **HU Rev.** 2019; V. 45, n. 1, p. 8-103, 2019.

BORBA, Eduardo Zille. Imersão visual e corporal: paradigmas da percepção em simuladores. In: SOSTER, Demétrio de Azeredo; PICCININ, Fabiana. (Org.). **Narrativas Comunicacionais Complexificadas II – A Forma**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2014. p. 239-256. 2014.

BRASIL. **Ministério da Educação**. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acessado em 18/04/2020.

_____. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BLEY, A. S.; MEDRADO, J.N.; SANTIAGO, C. A. N.; NUNES, N. B.; HUBINGER, A. R.; MARCHETTI, P. H. Efeitos do treinamento de força e flexibilidade em pacientes com osteoartrite de joelho. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v.8, n. 2, p. 2, 2016.

CALLEGARO, A. M.; ROCHA, K. M. da. Organização didático-metodológica das aulas de Anatomia e Fisiologia Humana: comportamento e percepção dos estudantes. **Educar em Revista**, n. 59, p. 251-262, 2016.

CARVALHO, A. M. P. DE (org.). O ensino de Ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas. **Cengage Learning**, São Paulo, 2013.

CINTRA, T. C. F.; CARVALHO, C. F.; CANOLA, J. C.; NEPOMUCENO, A .C. Ultrassonografia transcraniana em cães hígdidos: padronização da técnica e descrição anatômica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p.61-68, 2014.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. ALEXANDRIA: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

COLARES, M. A. M.; MELLO, J. M.; VIDOTTI, A. P.; SANT'ANA, D. M. G. Metodologias de ensino de anatomia humana: estratégias para diminuir as dificuldades e proporcionar um melhor processo de ensino-aprendizagem. **Arquivos do MUDI**, v. 23, n. 3, p. 140-160, 2019.

COSTA, C. Educação, imagem e mídias. São Paulo: Cortez, 2005 *apud* GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2017.

CRUZ, J. F.; FREITAS, V. J. F. Ultrassonografia em tempo real na reprodução de caprinos. **Ciência Animal**, v. 11: p. 53-61, 2001.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, n. 115, p. 139-154, Mar. 2002. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742002000100005&lng=en&nrm=iso>. accesson 24/10/2022. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000100005>.

FIGUEIREDO, O.J. E. M.; WERNECK, V. M.B.; COSTA, R.M.E.M. Simulando a dinâmica populacional de uma colmeia para o ensino de Biologia. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n.1, p.106-120. 2013.

FLORES, C. D.; BEZ, M. R.; BRUNO, R. M. O uso de simuladores no ensino da medicina. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 02, p. 98, 2014.

GARCIA, F. S.; MÜLLER, T. J.; MACHADO, I. C. O uso de software para o ensino de Matemática no Ensino Médio: um mapeamento de produções brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1-17, jan./mar. 2021.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GREGORIO, E. A.; MATOS, A. A.; OLIVEIRA, L. G. Uso de Simuladores como Ferramenta no Ensino de Conceitos Abstratos de Biologia: Uma Proposta Investigativa para o Ensino de Síntese Proteica. **Experiências em ensino de ciências**, Minas Gerais, n.1, p. 101- 125, fer. 2016.

GURGEL, C. R.; AGUIAR, G. E.; SILVA, N. N. Avaliação como espaço de aprendizagem em softwares educativos. **Ensaio: Avaliação Política Públicas Educação**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 79, p. 371-388, 2013.

HUDA, W.; SLONE, R. Ultrasound, in Review of Radiologic Physics. 2ª edição. **Editora Lippincot Williams & Wilkins**, Philadelphia, p. 178. 2003.

INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Id on Line Rev. Mult. Psic.** v.13, n. 45, SUPLEMENTO 1, p. 342-354, 2019.

KIMURA J. P. E.; COSTA, E. T. Programa código aberto para a formação de imagens por ultrassom. **Editora IFMBE**, São Paulo, p.588-597. 2007.

LEITE, A. P. B.; PONTIN, J. C. B.; MARTIMBIANCO, A. L. C.; LANDIM LAHOZ, G.; CHAMLIAN, T. R. Efetividade e segurança do ultrassom terapêutico nas afecções musculoesqueléticas: *overview* de revisões sistemáticas Cochrane. **Acta Fisiatr.** v. 20, n. 3, p.157-160, 2013.

MORAN, J. M., MASSETTO, M. T., BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediações pedagógicas. Campinas: **Papirus**, 2012.

MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C. O. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. **X ENCONTRO CAPIXABA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA Vitória – ES**, Ifes& Ufes. 2015.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2016.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p.115-137, nov. 2015.

NOBRE, C. N.; LOPES, I. F.; RIVAROLI, L. ANTUNES, J. R.; LEAL, T. P. O uso de Softwares Educativos no ensino Biotecnologia – um estudo de caso em uma escola Estadual no Estado de Minas Gerais. **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**, v. 9, 2013.

PINTO, G. F. A experimentação nos livros didáticos de ciências nos anos finais do ensino fundamental. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação. 125f. 2017.

PINTO, M. C. C. S., PEREIRA, L. P., BACELAR, I. A. O uso do ultrassom no tratamento de lipodistrofia localizada– revisão de literatura. **Revista Saúde em Foco**, Ed. n. 10, 2018.

QUEIRÓS, S. G; SILVA JUNIOR, A. B.; EDDINE, A. C. E. O uso de softwares no ensino de Biologia: o que revelam as produções científicas da REnBio (2010-2020)? **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-20, 6 jun. 2021.

REZENDE, E. J. O.; CRUZ, J. G. S.; MELO, J. C. Ensaio não destrutivo por ultrassom. **IN: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba. Anais. 2011.

SANTOS, M. J.; ABRANTES, A. P.; BASÍLIO, É. F.; FARIA, M. T.; DA SILVA, J. G.; CATÃO, V. Produção de uma sequência didática interdisciplinar com o foco na química dos cremes dentais: possibilidades para a contextualização. **Revista Ciências & Ideias**, Set./Dez., v. 7, n. 3, p.31-45, 2016.

SALBEGO, C.; OLIVEIRA, E. M. D.; SILVA, M. A. R.; BUGANÇA, P. R. Percepções acadêmicas sobre o ensino e a aprendizagem em anatomia humana. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 39, n. 1, p. 23-31, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em: 24/10/2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**. v.17, Belo Horizonte. n. especial. p. 49-67. 2015.

SASSERON, L. H.; SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T. Ensino por Investigação como Abordagem Didática: Desenvolvimento de Práticas Científicas Escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Paulo, n. 2, p. 1-6, jan. 2015.

SASSERON, L. H.; A. M. P. CARVALHO. Alfabetização Científica: uma revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SEOANE, M. P. R.; GARCIA, D. A. A.; FROES, T. R. A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais. **Archives of Veterinary Science**. v. 16, n. 1, p.54-61, 2011.

SOBRINHO, M.M.S.; BORGES, A.T. Aprendizagem sobre epidemias com simulações educacionais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 41-61. 2010.

SOLINO, A. P; FERRAZ, A. T; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2015.

SOUZA, V. W. de. Biosoletrando: uma proposta pedagógica para aulas de Botânica. In: IV Encontro nacional de ensino de Biologia Eii Encontro Regional do ensino de Biologia da Regional4, 5, 2012, Goiânia. **Anais da RENBio**. [S. l.]: Revista da SBEnBio, 2012.

SOUZA, J. A. DE; A importância da imagem no ensino de biologia e Proposta de uma sequência didática para seu uso. **Dissertação**. Universidade Federal de Brasília, 2020.

TOMIO, D.; GRIMES, C.; RONCHI, D. L.; PIAZZA, F.; REINICKE, K.; PECINI, V. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 10, n. 1, p. 25-40, 2013.

VIANA, R. S.; CARVALHO, C.F. Ultrassonografia ortopédica. In: CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia em pequenos animais**. São Paulo: Roca, p. 85-93. 2004.

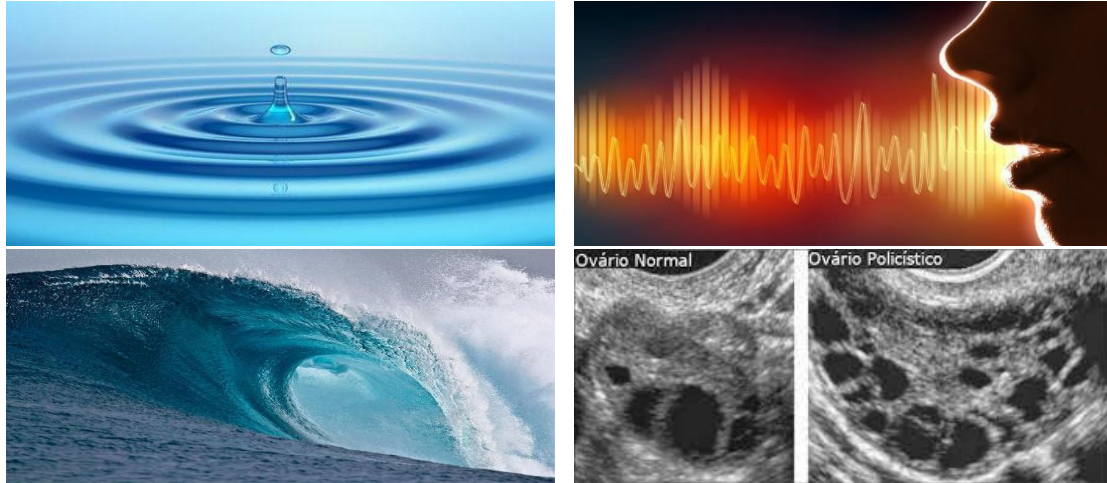
XAVIER, A. R., FIALHO, L. M. F., LIMA, V. F. Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, v. 17, n. 27, p. 289-308, 2019.

ZARA, R. A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. In: **II Encontro Nacional de Informática e Educação**, Campus Cascavel-PR, 2011.

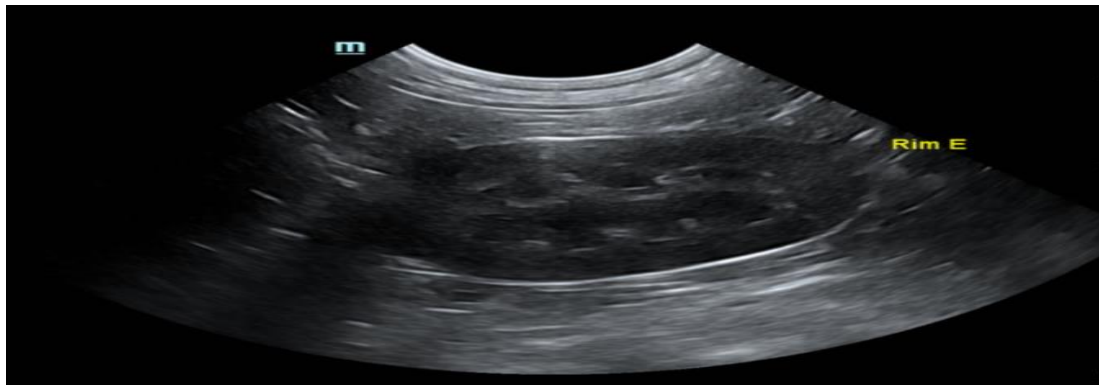
8. PRODUTO

USO DE IMAGENS COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA CIRCULATÓRIO DE ANIMAIS VERTEBRADOS

Alberto Salviano de Sousa Rosa
Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa



SEI: O fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonográficas de órgãos de animais vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar.



O fenômeno físico da ondulatória envolvido na formação de imagens ultrassonografia de órgãos de vertebrados em uma perspectiva interdisciplinar.

Autores: Alberto Salviano de Sousa Rosa^{1,2}; Francisco das Chagas Araújo



Sousa²
E-mail



Universidade
Estadual do Piauí

para



ia:
iot-

mail.com

Instituições: ¹SEDUC-MA/ ²Universidade Estadual do Piauí/ Campus Poeta Torquato Neto/Teresina/ PI.

Agradecimento: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

1. Introdução

Segundo a base nacional curricular comum (BNCC) para o ensino médio a área da Ciências da Natureza deve desenvolver habilidades para que o aluno seja capaz de Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL,2018).

Para a BNCC (2018), o discente deve exercitar a curiosidade intelectual, recorrer a abordagem própria das ciências, tais como: investigação, reflexão, análise crítica, desenvolver imaginação e criatividade, para buscar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com nos conhecimentos das diferentes áreas.

Apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas no Brasil, atualmente, grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de biologia (MOURA *et al.*, 2013).

O fenômeno físico da ondulatória está presente em muitos momento do nosso cotidiano, como por exemplo, nas transmissões de rádio, TV's, nos aparelhos de micro-ondas, nos exames médicos de ultrassonografia e ressonância magnética, na orientações e comunicação de animais, tais como: golfinho, elefante e morcego.

A proposta da seguinte SEI (Sequência de ensino por investigação) é apresentar uma abordagem pedagógica que inter-relaciona áreas de conhecimento múltiplas e que através de problemas reais contextualizado supere uma visão cientificista da ciência e potencialize sua visão crítica.

2. Objetivos

- ✓ Compreender a importância do fenômeno da ondulatória na Biologia de alguns seres vivos;
- ✓ Compreender o processo de formação de imagens ultrassonográfica pelo processo de reflexão da onda e a importância clínica dessas imagens;
- ✓ Apropriar-se de conceitos físicos, matemáticos e biológicos envolvidos com o fenômeno da ondulatória;
- ✓ Promover o aprendizado significativo sobre o tema abordado;
- ✓ Estimular a alfabetização científica, através de uma proposta investigativa sobre o tema abordado.

3. Temas abordados

- ✓ Imagens ultrassonográficas de órgãos humanos e cães;
- ✓ Bases físicas e matemática da ultrassonografia;
- ✓ O Som na orientação e comunicação de alguns seres vivos.

4. Público-alvo

- ✓ Estudantes da 2ª série do ensino médio.

5. Duração (em aulas)

- ✓ 06 aulas de 50 minutos cada.

6. Materiais

- ✓ Livro didático;
- ✓ Artigo científico
- ✓ Internet;
- ✓ Tablet;
- ✓ Google forms;
- ✓ Computador;
- ✓ Notebook;
- ✓ Celular;

- ✓ Vídeos do You tube.

7. Desenvolvimento

As etapas desta sequência didática serão organizadas de forma a promover o protagonismo do aluno por meio da investigação científica como forma de complementação aos conteúdos de anatomia e fisiologia de seres vivos, que serão apresentados e discutidos pelos alunos e o professor de forma remota por meio online (Google Meet).

7.1. Quadro Síntese

Etapa	Aula	Tema/Conceito	Descrição da atividade
01	1-2	O fenômeno da ondulatória e sua importância na vida de alguns seres vivos.	Diagnosticar o conhecimento prévio do aluno sobre o tema abordado por meio de imagens e problematização seguida de discussão coletiva; Confeccionar um glossário com definição de termos relacionados a ondulatória.
02	3-4	Ondas sonoras na orientação e comunicação de alguns vivos e na vida cotidiana dos humanos.	Compreender o mecanismo ondulatório na comunicação e orientação de morcego, golfinho e elefantes; Diferenciar som, infrassom e ultrassom por meio do valor matemático de frequência e seus prefixos de multiplicidade (kilo, Mega e Giga).
03	5-6	O processo de formação de imagens ultrassonográficas.	Formação de imagens de órgãos e sua importância na indicação assertiva de tratamento médico.

7.2. Descrição das etapas

Etapa 01. O fenômeno da ondulatória e sua importância na vida de alguns seres vivos.

Inicie a aula apresentando as imagens abaixo e lance a seguinte pergunta aos alunos:

O que as imagens abaixo têm em comum?



As resposta de alguns alunos foram:

Aluno A: *“Quando eu joga uma pedra na água aparece esses ciclos que eu acho que deve ser igual a uma onda da praia só que menor”*

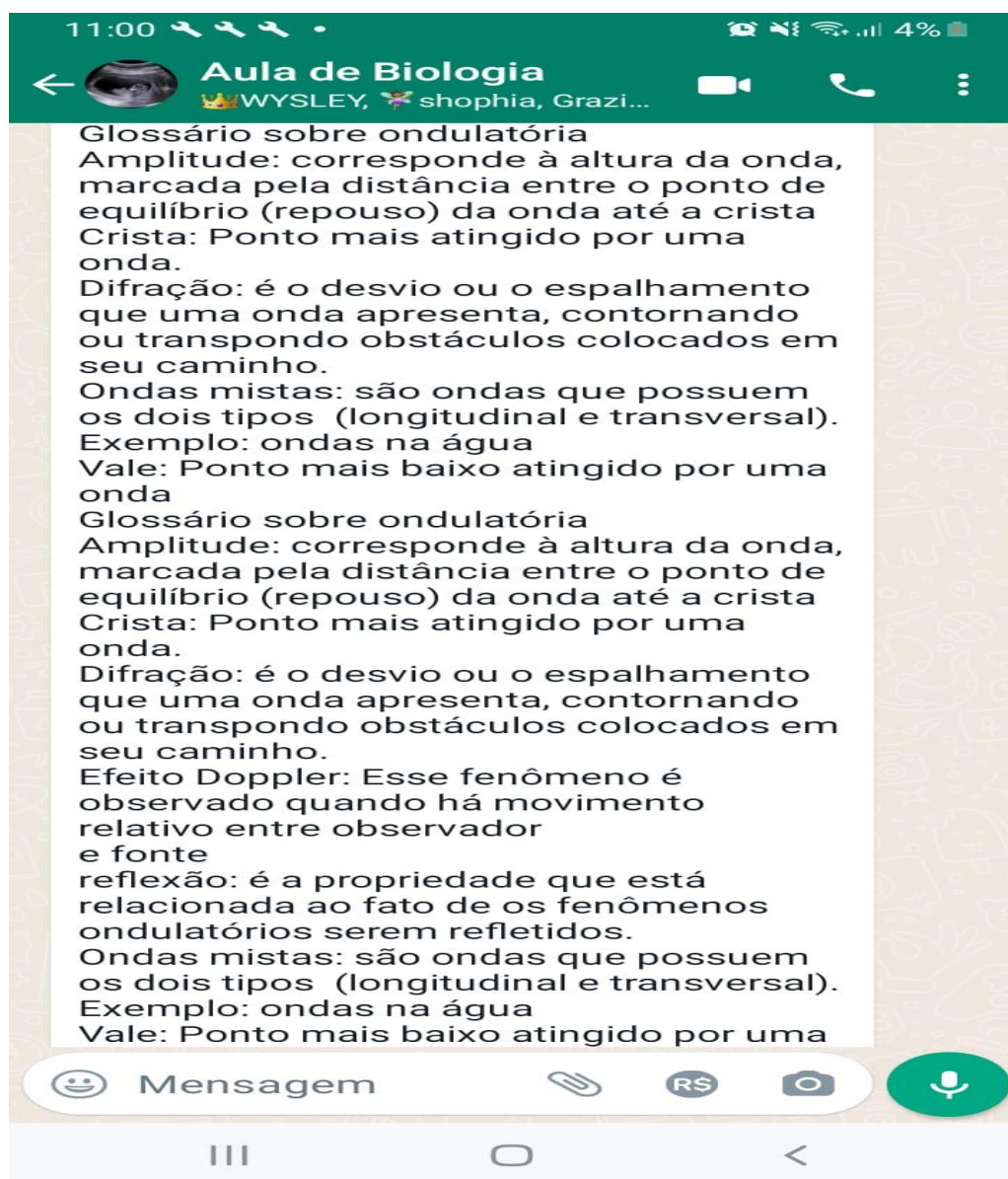
Aluno B: *“eu só sei a da onda da praia”*

Aluno C: *“A imagem da pessoa falado eu sei que tem a ver com o som, porque na igreja quando eu deixo o som mais alto apareça essas coisinhas e o outro é o da onda”*

Aluno D: *“Acho que tem a ver com o barulho, quando a gente fala sai som, a onda da praia tem som”*

Com a mediação do professor, coordene um diálogo coletivo com as respostas dos alunos e instigue-os a correlacionarem o fenômeno da ondulatória com outras situações do cotidiano além das situações contidas nas repostas deles.

Após esse momento, peça aos alunos que, tendo como base o livro de ciências da natureza adotado pelo escola, qual seja, **Ciências da Natureza: ciências, tecnologia e cidadania**, no sua unidade 4 temas 01 e 02, e também em outras fontes de pesquisa de seus acesso, confeccione um glossário coletivo com termos relacionado ao tema trabalhado e que alimente e disponibilize no grupo de whatsapp da turma as definições dos termos a medida que forem feitos, para consulta pelos outros alunos e para que não aja repetição de termos no documento. Abaixo, glossário confeccionado pelos alunos:



No final dessa etapa, solicite que os alunos investiguem em fontes diversas sobre a presença do fenômeno da ondulatória na vida de seres vivos e na

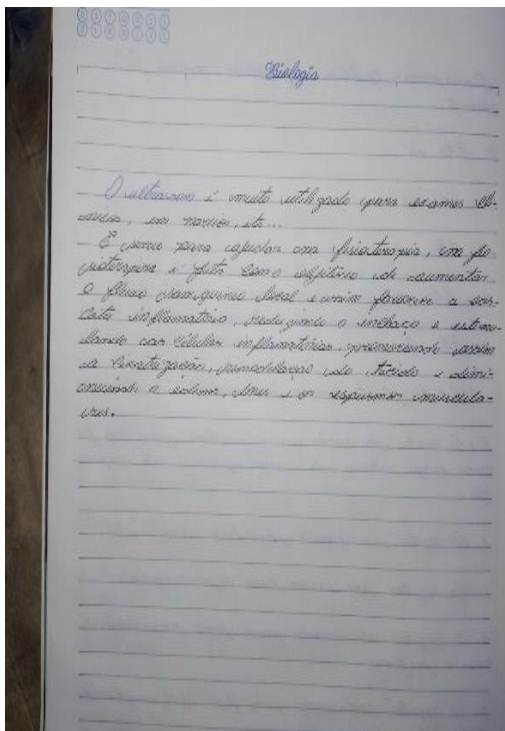
vida cotidiano dos humanos e confeccione uma material pedagógico resultante da pesquisa e socializem no grupo de whatsapp da turma para que os alunos tenham acesso a pesquisa um dos outros e tirem suas dúvidas e curiosidade entre si no de forma remota (on line) no próprio grupo de whatsapp da turma.

Etapa 02. Ondas sonoras na orientação e comunicação de alguns seres vivos e na vida cotidiana dos humanos.

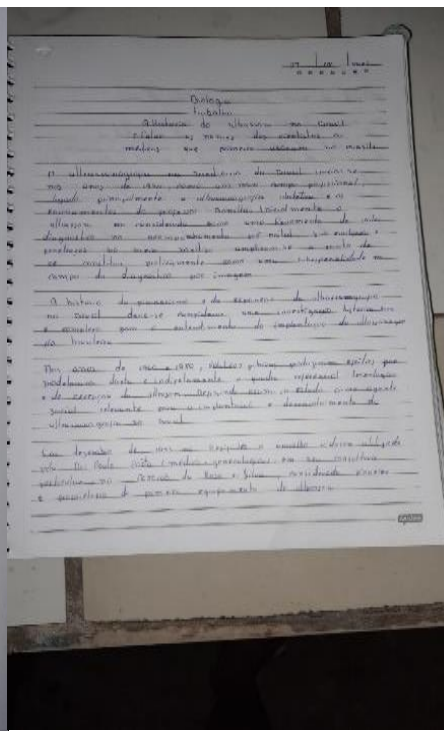
Inicie a aula com as discussão dos materiais produzido pelos alunos, apesar de já estarem disponibilizado no grupo, pois nesse momento, cada autor pode falar um pouco mais do material produzido na sua pesquisa e responder a questionamentos do professor e alunos.

Abaixo, material produzido por alguns alunos:

Aluno A



Aluno B



ALUNO C

27/08/22

Centro de Ensino Superior Julia Pinna Marinho
 Disciplina: Física
 Professor: Alberto
 Aluno: Vitor Hugo Lima Almeida

Pesquisa de Biologia

Aplicação da acústica em física

Refração Absorção

Difração Espalhamento

Reflexão

FORUM

ALUNO D

27/08/22

Pesquisa de Física

Comunicação entre elefantes por meio de ondas sonoras

As ondas sonoras são ondas mecânicas que se propagam por meio de vibrações e partículas que se deslocam perpendicularmente à direção de propagação. São observadas pela soma de propriedades, onde a amplitude depende da distância e está relacionada com a intensidade da onda sonora. A velocidade de propagação depende da natureza do meio e da temperatura. A comunicação entre elefantes ocorre por meio de ondas sonoras de baixa frequência que são capazes de viajar grandes distâncias.

FORUM

ALUNO E

27/08/22

Biologia

Pesquisa

Aplicação dos ultrassons em tratamento de fisioterapia

Os ondas-élicas são uma frequência tão maior que a ouvido humano. Uma vibração colap de histogono se no ar e no meio por meio da oscilação das moléculas. A frequência é medida em Hz. É a frequência e a altura e 20 mil Hz.

Os seres humanos são incapazes de ouvir qualquer frequência de som.

ANIMAL SER HUMANO BOVINOS E MORCEGOS

0 Hz 20 20000

ESPECTRO ULTRASSOM

INFRASSOM AUDÍVEL

Aplicação de ultrassom: A sua finalidade é elevar a fluxa sanguínea da região e, dessa forma, agir diretamente sobre a lesão inflamatória.

Som = Vibração mecânica
 - Ondas mecânicas
 Transmissão: meios materiais

ondas repetidas ondas sonoras que se propagam

Credeal

ALUNO F

27/08/22

Biologia

Pesquisa

Comunicação entre elefantes por meio de ondas sonoras

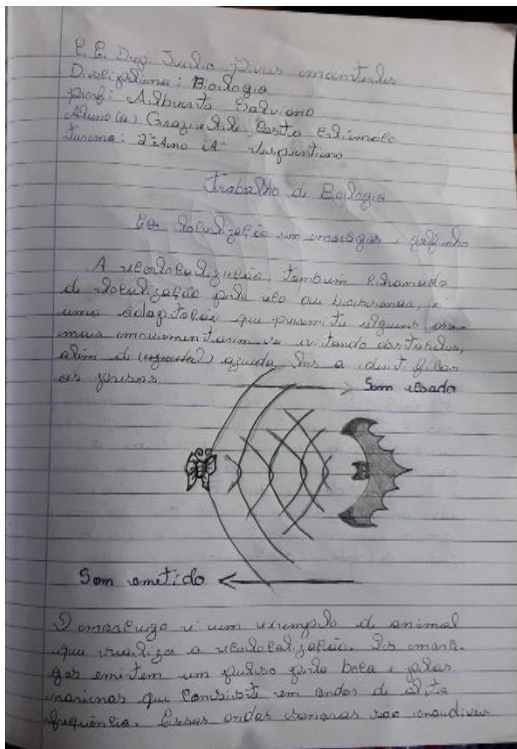
Toda elefante se comunica por meio de sons inaudíveis para os humanos. São os chamados infrassons, ondas sonoras extremamente graves com frequências abaixo de 20 Hz.

Essas ondas estão menos sujeitas a atenuações do que as mais altas e, por isso, conseguem viajar por longas distâncias.

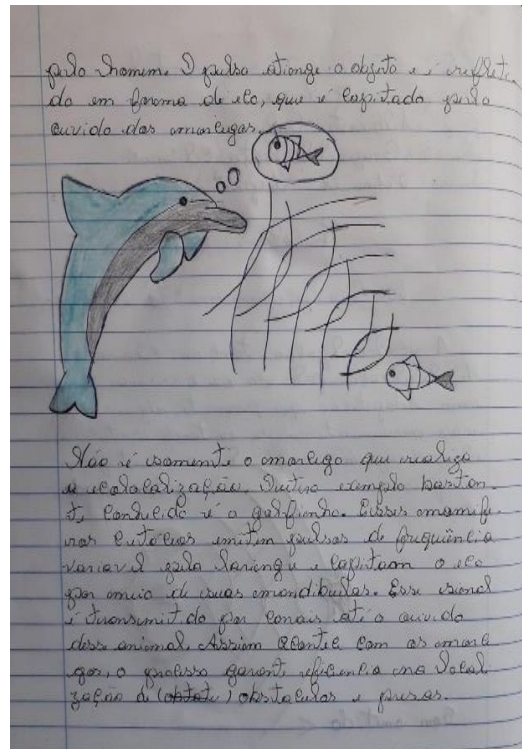
Os elefantes produzem uma grande variedade de sons que vão desde baixíssimos de baixa frequência a sons de frequência mais alta como trombetas, sons, latidos, rugidos e gritos, além de outros chamados e vocalizações.

Credeal

ALUNO G

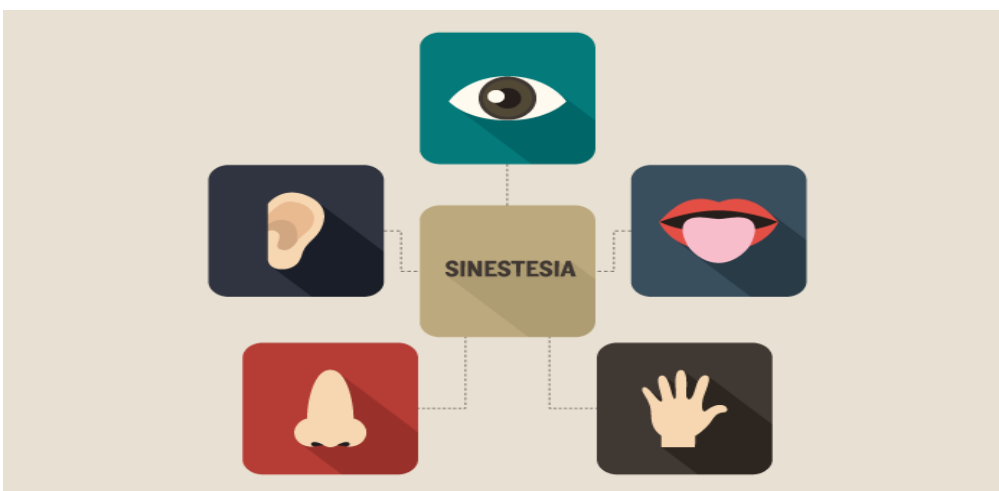


ALUNO H



Trabalhe de maneira dinâmica, ativa, crítica e reflexiva o máximo de conceitos possíveis, tais como: tipo de onda, som, infrassom, ultrassom, orientações e comunicação dos animais, aplicação do fenômeno ondulatório na medicina, sempre tendo como ponto de partida os materiais produzidos pelos alunos, mas não exclusivamente.

Na sequência, disponibilize para os discentes a seguinte imagem:



Lance as perguntas abaixo:

A que se referia a imagem?

Se já tinha ouvido falar na palavra **SINESTESIA**? e qual seu significado?

As repostas de alguns alunos:

ALUNO E: *“Que se tratavam de algumas parte do corpo humano”*

ALUNO F: *“Que já tinha visto as partes do corpo humano na figura, mas que não sabiam o que significava a palavra **SINESTESIA**”.*

ALUNO G: *“Que a palavra sinestesia era como se fosse o cérebro que mandava nas partes do corpo”*

Na sequência pergunte:

Qual termo define coletivamente as partes do corpo representado na imagem acima?

Peça que leiam as seguintes frases e que as interpretem.

“Olhava o canto dos pássaros”
“Sentia o gosto do barulho do mar”

Construa uma trilha de conhecimento com as respostas dos alunos, instigue-os a correlacionar as imagens acima com os órgãos dos sentidos, se for o caso, disponibilize uns 5 minutos para pesquisa no celular, livro ou outras fontes.

No caso das frases, faça um jogo interpretativo com os discente sobre os sentidos exigidos nas frases para o entendimento pleno da ideia do criador dos versos acima. Se necessário, também, disponibilize uns 5 minutos para pesquisa rápida no celular, livro ou outras fontes, como um professor da área de linguagem.

As frases acima, são exemplos de uma figura de linguagem, que na língua portuguesa, é definida como **SINESTESIA** (syn-) "união" ou "junção" e (-estesia) "sensação") que trata da relação de planos sensoriais diferentes. Sinestesia também é o nome de uma condição neurológica rara que provoca nos acometidos percepção de vários sentidos de uma só vez.

No final da aula, disponibilize no grupo da turma o link da reportagem abaixo sobre a condição neurológica **SINESTESIA**, peça que leiam, podendo se aprofunda em outras fontes e que registre as informações que acharem relevantes para um momento de diálogo no início da aula seguinte.

Saúde

Sinestesia: a mistura dos sentidos

Associar cheiros a imagens, apalpar as cores, sentir o gosto dos sons. A sinestesia é uma rara condição neurológica que ainda confunde a ciência.

Etapa 03. O processo de formação de imagens ultrassonográfica.

Inicie a aula com uma roda de conversa sobre o tema da reportagem.

Percepção de alguns alunos sobre a reportagem:

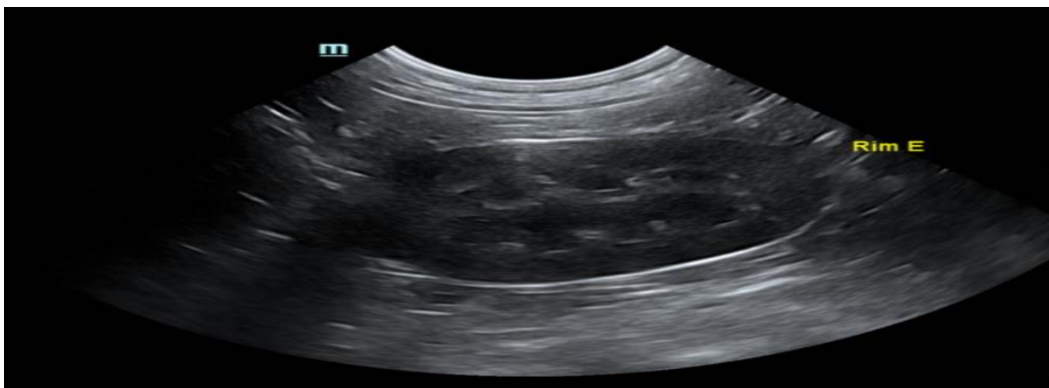
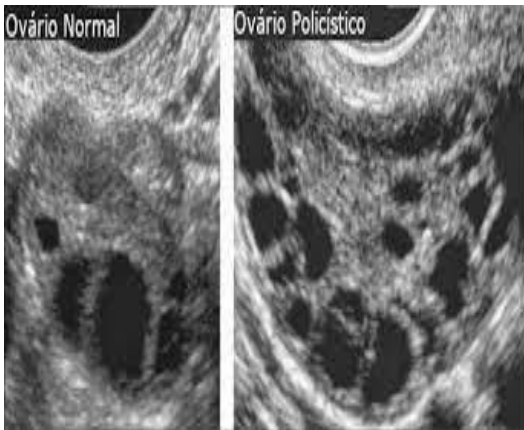
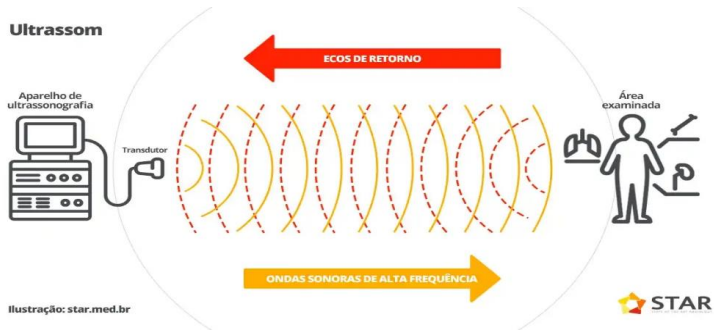
Aluno A: “Fiquei impressionado como uma pessoa pode ver o som”.

Aluno B: “Ela vê e ouve ao mesmo tempo?”

Aluno C: “Eu nunca tinha ouvido falar nisso”

Aluno D: “No começo da reportagem pensei que fosse uma doença, agora sei que não é”.

Na sequência disponibilize as imagens abaixo:



Faça a seguinte pergunta:

“O que a sinestesia tem em comum com a formação da imagem no aparelho de ultrassom?”.

Respostas de alguns alunos:

Aluno B: *“Tem a ver com ondas?”*

Aluno C: *“Imagem e som é tudo onda”*

Aluno D: *“A imagem é formada por onda?”*

Aluno E: *“Deve ter haver com a imagem”*

Instigue-os, sempre trabalhando o máximo de conceitos possíveis a partir das respostas dos alunos, a correlacionar o processo de formação de imagens no aparelho de ultrassom com o cérebro de uma pessoa com SINESTESIA. Na condição neurológica descrita, a pessoa portadora, por exemplo, consegue formar imagens no cérebro a partir das ondas sonoras (som) que chegam, e que no aparelho, o funcionamento é semelhante, no caso, a onda de ultrassom é emitida, sofre reflexão ao atingir o objeto, volta e é interpretado pelo computador formando a imagem do objeto que a refletiu.

8. Avaliação

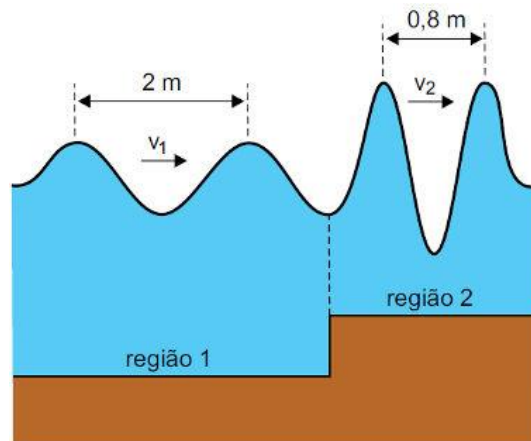
Além da participação nas atividades durante as etapas da SEI, tais como: confecção do glossário, pesquisa sobre ondulatória na vida dos animais, discussões sobre o tema, Pode ser feito um questionário no google forms ou em PDF e disponibilizar no grupo de whatsapp da turma para que seja respondido e corrigido de forma dinâmica por todos no momento final da aula.

Sugestão de questões abaixo:

Questão 01

Com o objetivo de simular as ondas no mar, foram geradas, em uma cuba de ondas de um laboratório, as ondas bidimensionais representadas na figura, que

se propagam de uma região mais funda (região 1) para uma região mais rasa (região 2).



fora de escala

Sabendo que, quando as ondas passam de uma região para a outra, sua frequência de oscilação não se altera e considerando as medidas indicadas na figura, é correto afirmar que a razão entre as velocidades de propagação das ondas nas regiões 1 e 2 é igual a:

- a) 1,6. b) 0,4. c) 2,8. d) 2,5. e) 1,2.

Questão 02

As ondas são formas de transferência de energia de uma região para outra. Existem ondas mecânicas – que precisam de meios materiais para se propagarem – e ondas eletromagnéticas – que podem se propagar tanto no vácuo como em alguns meios materiais. Sobre ondas, podemos afirmar corretamente que

- a) a energia transferida por uma onda eletromagnética é diretamente proporcional à frequência dessa onda.
- b) o som é uma espécie de onda eletromagnética e, por isso, pode ser transmitido de uma antena à outra, como ocorre nas transmissões de TV e rádio.
- c) a luz visível é uma onda mecânica que somente se propaga de forma transversal.
- d) existem ondas eletromagnéticas que são visíveis aos olhos humanos, como o ultravioleta, o infravermelho e as micro-ondas.
- e) o infrassom é uma onda eletromagnética com frequência abaixo da audível.

Questão 03

A respeito das características das ondas, marque a alternativa errada.

- a) Ondas sonoras e ondas sísmicas são exemplos de ondas mecânicas.
- b) A descrição do comportamento das ondas mecânicas é feita pelas leis de Newton.
- c) As ondas eletromagnéticas resultam da combinação de um campo elétrico com um campo magnético.
- d) A descrição das ondas eletromagnéticas é feita por meio das equações de Maxwell.
- e) Quanto à direção de propagação, as ondas geradas em um lago pela queda de uma pedra na água são classificadas como tridimensionais.

Questão 04

O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir possui comprimento de onda igual a 17 m. Sendo assim, determine a mínima frequência capaz de ser percebida pelo ouvido humano.

Dados: Velocidade do som no ar = 340 m/s

- a) 10 Hz b) 15 Hz c) 17 Hz d) 20 Hz e) 34 Hz

Questão 05

Ao sintonizar uma estação de rádio AM, o ouvinte está selecionando apenas uma dentre as inúmeras ondas que chegam à antena receptora do aparelho. Essa seleção acontece em razão da ressonância do circuito receptor com a onda que se propaga.

O fenômeno físico abordado no texto é dependente de qual característica da onda?

- a) Amplitude. b) Polarização. c) Frequência. d) Intensidade. e) Velocidade

9. Referências Bibliográficas

BRASIL. Base Nacional Curricular Comum – BNCC: ensino médio. Brasília: MEC, 2018. Acessado em 08/03/2021: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

CASAGRANDE, G. L. A genética humana no livro didático de biologia. 2006. 103 f. **Dissertação** (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

MOURA, J.; DE DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.

Apêndices A

QUESTIONÁRIO SOBRE AS METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS

Instituição: _____
Professor (a): _____ Data: ____ / ____ / ____

QUESTIONÁRIO SOBRE AS METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS

É necessário compreender o nível de assimilação sobre as metodologias que foram aplicadas, para isto, os estudantes responderão atenciosamente as questões a seguir:

SOBRE A AULA TEÓRICA COM O LIVRO DIDÁTICO:

1. Qual sua percepção acerca das aulas expositivas tradicionais com o auxílio do livro didático como metodologia no ensino da anatomia e fisiologia do sistema circulatório de vertebrados?

2. Que avaliação você daria acerca das imagens sobre a anatomia do sistema circulatório dos peixes encontradas no livro didático?
() Péssimas () Ruins () Regulares () Boas () Ótimas

3. Que avaliação você daria acerca das imagens sobre a anatomia do sistema circulatório dos anfíbios encontradas no livro didático?
() Péssimas () Ruins () Regulares () Boas () Ótimas

4. Na sua opinião, com bases nas imagens do livro didático, qual a principal diferença observada no sistema circulatório de peixes, anfíbios e mamíferos?

5. Qual o seu nível de interesse durante a aula de anatomia e fisiologia ministrada de forma tradicional?
() Péssimo () Ruim () Regular () Bom () Ótimo

Apêndices B

Instituição: _____

Professor (a): _____ Data: ____ / ____ / ____

QUESTIONÁRIO SOBRE AS METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS

É necessário compreender o nível de assimilação sobre as metodologias que foram aplicadas, para isto, os estudantes responderão atenciosamente as questões a seguir:

SOBRE O USO DO PROGRAMA DE COMPUTADOR VERSÃO GRATUITA EASY ANATOMY – CANINE)

1. Você já tinha utilizado algum programa virtual como auxílio na aprendizagem de anatomia e fisiologia comparada de vertebrados?

Sim Não

2. Você já tinha acessado o programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine?

Sim Não

3. Você sentiu dificuldade para acessar o programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine?

Sim, um pouco Sim, muita dificuldade Não senti dificuldade

4. Numa escala qualitativa de aprendizagem, o programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine contribuiu para o seu conhecimento sobre a anatomia e fisiologia comparada de vertebrados:

Não contribuiu Sim, contribuiu pouco Sim, Contribuiu muito

5. Qual a principal contribuição que o uso do programa Easy Anatomy – Canine, proporcionou para o aprendizado da anatomia e fisiologia comparada de vertebrados?

6. Que avaliação você daria acerca das imagens sobre a anatomia e fisiologia do sistema circulatório dos mamíferos tendo como exemplo o cachorro apresentado pelo programa de computador versão gratuita Easy Anatomy – Canine?

Péssimas Ruins Regulares Boas Ótimas

7. Na sua opinião, qual a principal diferença entre a aula de anatomia e fisiologia comparada de vertebrado ministrada de forma tradicional e com o auxílio do programa Easy Anatomy – Canine? _____