

Universidade de Brasília - UnB  
Instituto de Ciências Biológicas - IB

Abordagem para o aprendizado científico no ensino  
médio: o fenômeno do preparo para o estresse  
oxidativo (POS) nos animais invertebrados como  
exemplo da construção do conhecimento

Francisco Gadelha Araujo Martins

BRASÍLIA - DF

2020

Francisco Gadelha Araujo Martins

Abordagem para o aprendizado científico no ensino médio: o fenômeno do preparo para o estresse oxidativo (POS) nos animais invertebrados como exemplo da construção do conhecimento

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas - IB, da Universidade de Brasília - UnB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. Élide Geralda Campos

BRASÍLIA - DF

2020

# **FOLHA DE APROVAÇÃO**

FRANCISCO GADELHA ARAUJO MARTINS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Élide Geralda Campos (Orientadora)

---

Prof. Dr Daniel Carneiro Moreira (Membro Titular)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Consuelo Medeiro Rodrigues de Lima (Membro Titular)

## APOIO CAPES

---

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

"This study was financed in part by the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)* - Finance Code 001"

## DEDICATÓRIA

---

Dedico esse trabalho à minha família, que desde meu alicerce me ensinou a ser persistente e nunca desistir dos meus sonhos. Dedico à minha esposa, Danniele Gadelha, por sempre estar comigo nas noites em claro e entender todo o meu processo de dedicação e sempre me ajudar em tudo. Dedico à minha orientadora, Professora Doutora Élide G Campos por me incentivar, me apoiar, e me mostrar o caminho para uma educação pública de qualidade baseada no ensino científico. A todos os colegas do PROFBIO por me ajudarem e sempre estarem comigo na minha caminhada e em situações de problemas de saúde, me apoiando a cada momento. A todos os meus colegas professores que estão juntos nessa caminhada na escola pública. Obrigado a todos.

## AGRADECIMENTOS

---

Agradeço a Deus por me ofertar saúde e capacidade para cursar um nível superior e um mestrado, quando nenhuma pessoa em minha família, retirantes do Nordeste, conseguiu. Agradeço à minha esposa Danniele Gadelha por me apoiar em todos os momentos difíceis dessa longa jornada, e por acreditar que eu podia ser uma pessoa de sucesso. Agradeço à minha mãe dona Antônia, que mesmo sem ter o ensino fundamental completo me ensinou que a educação leva qualquer pessoa às alturas. Agradeço ao meu pai Joaquim Gadelha que mesmo não tendo a formação escolar adequada lutou por cada um dos seus filhos, no dia a dia, dando educação e escola de qualidade. Graças à minha formação religiosa e aos meus amigos, que conheci na igreja que me ensinaram, além de buscar a fé em Cristo e a disciplina, a sempre buscar o estudo como solução para o mundo. Agradeço às minhas irmãs, Kerley Gadelha e Kátia Gadelha, que sempre me apoiaram e ajudaram a concluir mais essa etapa.

Agradeço também à Universidade de Brasília, juntamente com o PROFBIO, por me capacitar nesse intuito que é de levar educação de qualidade aos jovens de baixa renda do Distrito Federal. Agradeço à Secretaria de Educação do Distrito Federal por me oportunizar cursar um mestrado na minha área que amo tanto. Queria agradecer aos professores e a todo corpo docente do PROFBIO por estarem sempre presentes no ensinado como é o mundo acadêmico. Um agradecimento mais que especial à minha orientadora, prof<sup>a</sup> Élide G Campos por estar sempre junto nessa caminhada.

Muito obrigado Deus por tudo que faz em minha vida e continua fazendo. Amo-te.

## RESUMO

---

O fenômeno “Preparo para o Estresse Oxidativo” (POS) ocorre em alguns animais vertebrados e invertebrados por indução de condições ambientais severas, em situações onde as concentrações de oxigênio são baixas (hipóxia) ou há ausência de oxigênio (anóxia). Durante o metabolismo do oxigênio são produzidas espécie reativas de oxigênio (EROs), que podem danificar as células. Os blogs são ferramentas bastante utilizadas nos meios virtuais. O objetivo desse trabalho foi construir um blog sobre o POS em invertebrados e produzir uma sequência didática relacionada ao uso do blog na educação para o estudo da bioquímica no ensino médio. A sequência didática, constituída de quatro aulas de 50 minutos, foi aplicada para alunos do 3º ano do ensino médio do Centro Educacional 11 de Ceilândia, região administrativa do Distrito Federal, em dois momentos, no primeiro e segundo semestres de 2019. O blog sobre o POS contém explicações sobre EROs, antioxidantes e exemplos de animais invertebrados que realizam o POS. Essas informações foram apresentadas no blog em diferentes formas, como textos, vídeos e jogos. O caráter investigativo da SD foi explorado na atividade em que os alunos discutiram o assunto no Facebook da escola, antes de usarem o blog, e descreveram suas dúvidas, fizeram perguntas e forneceram respostas entre si. No encontro seguinte com o professor as informações da discussão no Facebook foram re-visitadas em sala de aula. Foram aplicados dois testes com perguntas sobre o assunto para os alunos, um teste antes do uso do blog e outro após o uso do blog. Os resultados demonstraram que houve um aumento de 28 % para 85% no aproveitamento de acertos no teste na primeira aplicação, e de 41% para 77% na segunda aplicação. Esses resultados indicam que as inovações feitas nas aulas por meio da inclusão de ferramentas tecnológicas utilizadas no blog, e a sequência didática desenvolvida contribuíram para um maior entendimento do aluno sobre o conteúdo abordado. Os estudantes também fizeram uma avaliação das aulas de forma qualitativa, por meio de um formulário com anonimato disponível no blog. A análise das respostas indicou que a maioria dos alunos fizeram uma avaliação positiva dos métodos didáticos utilizados. Com essa nova ferramenta esperamos alcançar uma função didática maior sobre a construção do conhecimento nas aulas de Biologia do Ensino Médio, proporcionando ao aluno conhecer o POS e se aproximar do conhecimento científico construído em Universidades.

**PALAVRAS-CHAVES:** Preparo para o Estresse Oxidativo (POS); *Blog*; Ensino Médio; Divulgação Científica; Ensino de Biologia; Sequência didática.

## ABSTRACT

---

The phenomenon "Preparation for Oxidative Stress" (POS) occurs in some vertebrate and invertebrate animals by inducing severe environmental conditions, in situations where oxygen concentrations are low (hypoxia) or there is an absence of oxygen (anoxia). During oxygen metabolism reactive oxygen species (ROSs) are produced, which can damage cells. Blogs are widely used tools in virtual media. The objective of this work was to build a blog about POS in invertebrates and produce a didactic sequence related to the use of the blog in education for the study of biochemistry in high school. The didactic sequence, consisting of four 50-minute classes, was applied to students of the 3rd year of high school at Centro Educacional 11 in Ceilândia, administrative region of the Federal District, in two moments, in the first and second semesters of 2019. The blog about the POS contains explanations about ROS, antioxidants and examples of invertebrate animals that perform the POS. This information was presented on the blog in different forms, such as texts, videos and games. The investigative character of SD was explored in the activity in which students discussed the subject on the school's Facebook, before using the blog, and described their doubts, asked questions and provided answers among themselves. At the next meeting with the teacher, the information on the Facebook discussion was re-visited in the classroom. Two tests were applied with questions on the subject for the students, one test before using the blog and another after using the blog. The results showed that there was an increase from 28% to 85% in the use of correct answers in the test in the first application, and from 41% to 77% in the second application. These results indicate that the innovations made in the classes through the inclusion of technological tools used in the blog, and the didactic sequence developed contributed to a greater understanding of the student about the content covered. The students also made a qualitative assessment of the classes, using an anonymized form available on the blog. The analysis of the responses indicated that the majority of students made a positive assessment of the teaching methods used. With this new tool we hope to achieve a greater didactic function on the construction of knowledge in high school biology classes, providing students with knowledge of the POS and getting closer to the scientific knowledge built in universities.

**KEYWORDS:** Preparation for Oxidative Stress (POS); Blog; High school; Scientific divulgation; Biology teaching; Didactic sequence.



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

### INTRODUÇÃO

Fig. 1 - Panorama geral dos principais sistemas antioxidantes.....6

### METODOLOGIA

Fig. 2 - Resumo da aplicação.....18

Fig. 3 - Imagem do blog [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com).....20

Fig. 4 - Imagem de um gráfico de antioxidante da espécie *Otala lactea*.....22

Fig. 5 - Imagem de um gráfico de antioxidantes da espécie *Haliotis dicus*.....23

Fig. 6 - Captura de tela da página do blog com informações sobre corais.....25

Fig. 7 - Captura de tela do jogo feito no programa *Scratch*.....27

Fig. 8 - Captura de tela do *Google Formulário* disponibilizado no blog.....29

Fig. 9 - Imagem da localização do CED 11 no DF.....31

Fig. 10 - Imagem da evolução do IDEB do CED11.....32

Fig. 11 - Imagem das perguntas feitas no aplicativo *Plickers*.....33

Fig. 12 - Fluxograma de como ocorreu a sequência didática.....35

Fig. 13 - Imagem da aplicação da aula 01 e 02.....36

Fig. 14 - Imagem da aplicação da aula 03 e 04 .....37

Fig. 15 - Imagem da discussão dos alunos nas redes sociais.....39

### RESULTADOS

Fig. 16A - Gráfico do teste da turma 1.....40

Fig. 16B - Gráfico do teste da turma 2.....40

Fig. 17 - Gráfico comparativo das duas turmas.....42

Fig. 18A - Gráfico da avaliação do aluno quanto à técnica utilizada.....43

Fig. 18B - Gráfico da avaliação do aluno quanto ao material de fácil acesso.....43

Fig. 18C - Gráfico da avaliação do aluno quanto ao domínio de conteúdo do professor.....43

Fig. 18D - Gráfico da avaliação do aluno quanto à contribuição no aprendizado.....43

Fig. 18E - Gráfico da avaliação do aluno para indicação a um amigo.....43

Fig. 19 - Gráfico de uma nota dada ao professor.....44

## ÍNDICE DE TABELAS

---

### **METODOLOGIA**

<b>TABELA 1.</b> Artigos estudados sobre espécies de invertebrados que fazem POS e que ajudaram na produção do blog .....	19
---	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

---

- POS** Preparo para o Estresse Oxidativo
- EROs** Espécies Reativas de Oxigênio
- TCM** Trabalho de Conclusão de Mestrado
- UnB** Universidade de Brasília
- IB** Instituto de Ciências Biológicas
- SOD** Enzima superóxido dismutase
- CAT** Enzima catalase
- GPX** Enzima glutaciona peroxidase
- GST** Enzima glutacionas S-transferase
- GSSG** Glutaciona oxidada
- GSH** Glutaciona reduzida
- GR** Enzima glutaciona redutase
- ENEM** Exame Nacional do Ensino Médio
- CED11** Centro Educacional 11 de Ceilândia
- NADPH** Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina reduzido
- TDIC** Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
- PCNs** Parâmetros Curriculares Nacionais
- CN** Ciências da Natureza
- DNA** Ácido desoxirribonucleico
- TBARS** Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
- CS** Citrato sintase
- UCP** Proteínas desacopladoras
- SD** Sequência Didática

## SUMÁRIO

---

<b>PERSPECTIVA HISTÓRICA PROFISSIONAL</b> .....	1
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	3
1.1 Espécies reativas de oxigênio.....	3
1.2 Critérios de classificação dos animais quanto à capacidade de realizar o POS.....	6
1.3 Animais invertebrados capazes de realizar POS.....	7
1.4 Blogs.....	9
1.5 Sequência didática.....	12
1.6 Ensino de biologia por investigação .....	14
1.7 Objetivo geral.....	16
1.8 Objetivos específicos.....	16
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
2.1 Material e métodos.....	17
2.2 Aba preparo para o estresse oxidativo POS.....	21
2.3 Aba <i>Otala láctea</i> .....	21
2.4 Aba <i>Pomacea canaliculata</i> .....	22
2.5 Aba <i>Haliotis discus</i> .....	23
2.6 Aba <i>Nacela magellanica e Nacela deaurata</i> .....	24
2.7 Aba <i>Achatina fulica</i> .....	24
2.8 Aba Corais .....	25
2.9 Aba Critérios da classificação dos animais quanto a apresentarem o POS.....	26
2.10 Aba jogo dos critérios das espécies quanto a apresentarem o POS .....	26
2.11 Aba <i>games(jogos)</i> .....	27
2.12 Aba teste .....	28
2.13 Outras ferramentas do <i>blog</i> .....	29
2.14 Onde foi desenvolvido o trabalho .....	30
2.15 Resultado do teste feito com o aplicativo <i>Plickers</i> .....	32

2.16 Aplicação em sala de aula.....	34
2.16.1 As turmas escolhidas e o conteúdo.....	34
2..16.2 As aulas.....	35
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
3.1 Respostas do formulário de avaliação.....	43
<b>DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
4.1 Discussão e conclusão.....	50
4.2 Perspectivas.....	64
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo A</b> - Sequência Didática.....	<b>70</b>
<b>Anexo B</b> - Sequência Didática versão estendida.....	<b>76</b>
<b>Anexo C</b> - Termo de autorização institucional.....	<b>85</b>
<b>Anexo D</b> - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	<b>86</b>
<b>Anexo E</b> - Parecer do comitê de ética.....	<b>88</b>

## DEPOIMENTO DO MESTRANDO

A educação tem raízes amargas, mas seus frutos são doces, já dizia Paulo Freire. Nos dias atuais a educação nas escolas públicas sofre grandes desafios, desde processo de militarização, cortes nos recursos e até mesmo na falta de apoio de membros da sociedade para buscar uma educação de qualidade e mais justa. A educação transpõe a sala de aula e os muros da escola; o que ensinamos em uma sala de aula deve ser levado para fora como uma ferramenta de mudar a perspectiva histórica do Brasil.

Eu fui aluno de escola pública, estudei na Ceilândia, uma das maiores favelas do Brasil. Meus pais vieram do Nordeste em 1980 atrás de oportunidade na nova capital. Nasci em Brasília e fui educado aqui. Terminei meu ensino médio em 2002 e sempre fui encantado pelas aulas de biologia do professor Adalberto. Por esse encantamento, decidi cursar biologia na universidade. Antes, passei uma pequena temporada nos encontros vocacionais na igreja decidindo se ia ser padre ou iria cursar biologia. Em 2003, entrei na Universidade Católica de Brasília, fui bolsista e consegui concluir meu curso em 2008. Já nos últimos semestres da faculdade, me inseri no mercado de trabalho, trabalhando em cursinhos pré-vestibulares e também em uma escola pública no estado de Goiás. Na cidade de Águas Lindas, ganhando um salário baixíssimo, foi onde iniciei minha docência, local extremamente pobre em que eu demorava 2 horas de ônibus para chegar. Cheguei a trabalhar 62 horas por semana e ainda cursava as matérias finais da universidade.

Após formado consegui vaga em duas das escolas mais elitizadas de Brasília, saindo totalmente da realidade de escolas de baixa renda e que atendiam comunidade mais pobre. Trabalhei no Colégio do Sol na cidade do Lago Norte, com alunos de alta renda e uma escola preparatória para carreiras militares, Alvacir Vite Rossi. Nessas escolas extremamente tradicionais foi onde trabalhei do ano de 2009 até 2011. Ali tive uma visão diferente: educação de qualidade e com muita cobrança tanto da parte dos professores como dos alunos.

Em 2013, passei no concurso da secretaria de educação do Distrito Federal; aí teve uma melhor qualidade, tanto na minha vida financeira como também na minha formação profissional pedagógica, quando consegui implantar a maioria das minhas aulas com mais

liberdade pedagógica, incluindo aulas práticas e saídas de campo. Em 2017, fui aprovado para cursar mestrado profissional em Biologia. Cursando as disciplinas, fiquei encantando por todas as melhorias que nós simples professores de biologia podemos fazer na sociedade.

Após sofrer um AVC em novembro de 2018, uma cirurgia para retirada de um tumor em dezembro de 2019, passar por um quadro de depressão em janeiro de 2020 e uma pandemia de COVID-19 em março de 2020, estou aqui concluindo esse mestrado com a Graça de Deus e Nossa Senhora Aparecida.

Hoje percebo que o PROFBIO, junto com os conhecimentos adquiridos nessa caminhada, pode fazer a diferença na minha prática pedagógica e tornar minhas aulas mais interessantes, não apenas do ponto de vista pedagógico, mas de todos os pontos de vista de uma sociedade. Ser professor de biologia não é só ensinar o que a ciência representa para mundo, mas ter uma relação professor aluno pautada no respeito mútuo e na convivência para melhorar toda uma sociedade.

# INTRODUÇÃO

## 1.1 ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO

O oxigênio é uma molécula muito reativa. Ela é bastante eletronegativa (tende a roubar elétrons de outras moléculas). Essa característica pode fazer com que ela reaja com outras moléculas originando os radicais livres. Os radicais livres são moléculas instáveis que se associam rapidamente com outras moléculas dentre quais temos: radical superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ), o radical hidroxil ( $HO^{\bullet}$ ). O íon hidroxila  $OH^-$  e o radical hidroxil  $HO^{\bullet}$  são entidades distintas. Esses elementos são chamados Espécies Reativas de Oxigênio (EROs). Logo, respirando, você está gerando essas moléculas (HALLIWELL, 2015).

No metabolismo dos seres vivos, existe um mecanismo metabólico chamado cadeia transportadora de elétrons (CTE). Nessa cadeia, há vários complexos que transportam os elétrons para produção final de energia na forma de ATP (Adenosina Trifosfato), e o oxigênio é o aceptor final nessa cadeia, a nível do complexo IV. Na cadeia transportadora de elétrons pode ocorrer um “vazamento” precoce de elétrons para o oxigênio, originando assim os radicais livres, mais especificamente, o radical superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ). Os radicais livres podem danificar várias partes de uma célula como membranas (peroxidação lipídica), DNA e também proteínas. Entretanto, as EROs também têm papel importante na transdução de sinal intracelular (HALLIWELL, 2015).

O estresse oxidativo ocorre quando há um desequilíbrio entre a quantidade de EROs e as defesas antioxidantes. Os antioxidantes são moléculas que protegem as células contra as ações dos radicais livres, atrasando ou inibindo a oxidação de biomoléculas. As principais enzimas antioxidantes endógenas são: glutathione peroxidase (GPX), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT). No caso de antioxidantes exógenos de baixa massa molecular encontrados em animais temos: licopeno e beta caroteno. A enzima SOD, catalisa a dismutação do radical superóxido formando oxigênio molecular e peróxido de hidrogênio. A enzima GPx reage com glutathione reduzida (GSH) e produz



GSSG (glutathiona oxidada), destoxificando assim o  $H_2O_2$ . A enzima glutathiona redutase (GR) regenera a GSH usando NADPH como molécula redutora. A enzima CAT catalisa a formação de duas moléculas de água e uma molécula de oxigênio, a partir de 2 moléculas de  $H_2O_2$ , ao catalisar uma reação de decomposição do  $H_2O_2$  (Figura 1) (HALLIWELL, 2015).

Em termos das concentrações de oxigênio nos tecidos e células podemos considerar três estados: normóxia, hipóxia e anóxia. No caso de animais que enfrentam condições ambientais estressantes quanto à disponibilidade de oxigênio esses estados podem ocorrer em ambientes aquáticos, montanhosos ou sob frio extremo, por exemplo. Em condições de normóxia a concentração de oxigênio, na temperatura de 20 °C, é dada pelo valor da constante K, também conhecida como constante de Coulomb, que é medida através da força eletrostática dos corpos, no ar é de  $1,1 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ atm}^{-1} \text{ min}^{-1}$ , já na água o valor de K é de  $3,4 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ atm}^{-1} \text{ min}^{-1}$ , porém a concentração de oxigênio em tecidos dos animais pode variar de acordo com a espécie (WAGNER, et al., 2011). Os animais, mesmo sob concentração normal de oxigênio, mantêm suas defesas ativas contra EROs (MOREIRA, 2017). Hipóxia é a condição em que há uma redução na concentração de oxigênio, e na anóxia os níveis de oxigênio aproximam-se de zero nos tecidos dos animais. Alguns animais são capazes de tolerar as condições de hipóxia e anóxia a que estão sujeitos e uma das estratégias de sobrevivência usada se dá por meio do aumento das enzimas antioxidantes. A esse fenômeno foi dado o nome de “preparo para o estresse oxidativo” (POS) (HERMES-LIMA et al., 2015).

Nos casos em que o oxigênio fica restrito ou ausente, como em animais que estão em ambientes congelados ou com pouco oxigênio, o retorno às condições de normóxia pode ocasionar danos aos tecidos. Esse processo é semelhante ao processo chamado de injúria por isquemia e reperfusão na injúria por isquemia e reperfusão, um órgão ou tecido sofre isquemia devido a bloqueios nos vasos. Assim, o sangue não chega aos tecidos, que ficam sem oxigênio. Quando o sangue retorna ao tecido que ficou alguns minutos sem oxigênio ocorre dano oxidativo ao tecido devido à maior formação de EROs (HERMES-LIMA, 1993).

Quando o fenômeno do POS foi descrito (HERMES-LIMA, 1995), os pesquisadores propuseram que a função do aumento das defesas antioxidantes em animais sob condições de restrição de oxigênio era para preparar para algo semelhante ao fenômeno de isquemia e reperfusão. Nos animais que enfrentam condições de hipóxia também há uma diminuição nas taxas metabólicas relacionadas à produção de energia (Giraud-Billoud et al, 2013). Nos anos 90 a hipótese proposta para o aumento de antioxidantes sob condições de hipóxia ou anóxia foi que o processo de aumento das defesas antioxidantes era induzido por um mensageiro não radicalar. Essa hipótese baseava-se na premissa de que não ocorreria aumento da formação de EROs nessas condições. Entretanto, o entendimento atual é que, tanto na diminuição do oxigênio, em algum momento da hipóxia, como na reoxigenação, ocorre um aumento na produção de EROs mitocondrial. Esse processo pode causar danos oxidativos às células, levando a um aumento nas defesas antioxidantes. A proposta do POS feita no início dos anos 90 sofreu mudanças, e evoluiu de uma proposta mais simplista para uma hipótese baseada em várias explicações de cunho bioquímico e genético, e de compreensão de caminhos moleculares (HERMES-LIMA et al., 2015).

Os estudos relacionados às mitocôndrias e suas funções, e à formação de EROs, em vertebrados, têm avançado grandemente, porém em invertebrados há pouco avanço. Existe a hipótese de que, quando um animal sofre algum estresse oriundo do ambiente que leva a um aumento da produção de EROs mitocondriais, isto pode desencadear a ativação de fatores de transcrição, como FoxO, Nrf2, p53, HIF-1 e NF-κB, que regulam a expressão de genes que codifica enzimas antioxidantes como CAT, SOD, GST, e GPX (HERMES-LIMA et al., 2015). Assim, a ativação das defesas antioxidantes pode funcionar como um *feedback* negativo e reduzir os níveis de EROs formados sob condição de hipóxia (HERMES-LIMA et al., 2015).

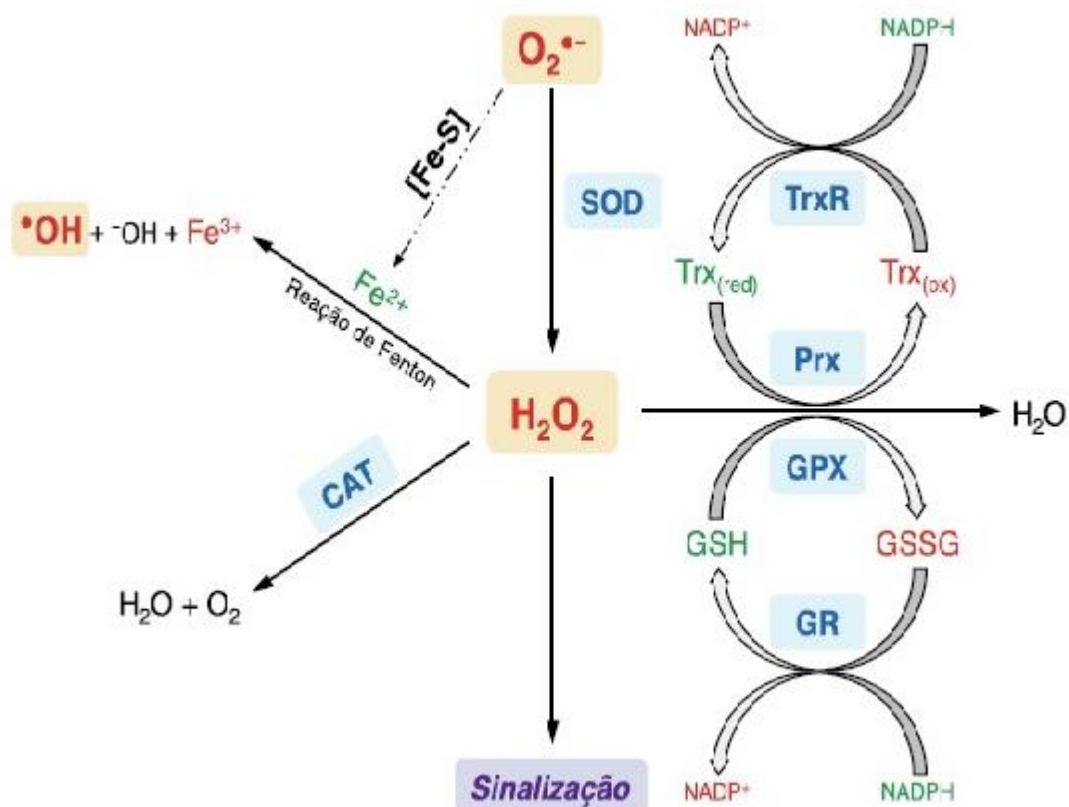


Figura 1- Esquema das defesas antioxidantes contra espécies reativas de oxigênio. SOD-Superóxido dismutase; Trx-Tioredoxina; Trxr-Tiorredoxina redutase; Prx-Peroxirredoxina; GPX-Glutationa Peroxidase; GR-Glutationa Redutase; CAT-Catalase; O<sub>2</sub><sup>•-</sup>- Radical Superóxido; OH<sup>•</sup>-Radical hidroxil; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Peróxido de Hidrogênio; GSH-Glutationa Reduzida; GSSG- Glutationa Oxidada. (MOREIRA, 2017).

## 1.2 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS QUANTO À CAPACIDADE DE REALIZAR O POS

Para investigar a presença, ou não, do POS em animais sob diferentes condições ambientais, alguns pesquisadores estabeleceram três critérios como descrito a seguir (MOREIRA et al., 2016). O critério 1 estabelece que uma espécie animal seja classificada como POS positiva se pelo menos uma enzima antioxidante tiver sua atividade aumentada, não importando o período de tempo sob a condição estressante, o tecido e nem a atividade de outras enzimas antioxidantes. Se não houver alteração estatisticamente significativa em nenhuma enzima, a espécie deverá ser classificada como POS neutra e se houver redução na atividade de alguma enzima antioxidante a espécie será marcada

como POS negativa. Em relação ao critério 2, a espécie será classificada como POS positiva se apresentar aumento superior a 50% em alguma enzima antioxidante, independente do período de tempo sob a condição estressante e do tipo de tecido. Contudo, se alguma enzima antioxidante tiver redução igual a 25%, a espécie será classificada como POS negativa. Se, num tecido animal, alguma enzima antioxidante apresentar sua atividade aumentada em um valor inferior a 50% e outra enzima antioxidante apresentar uma redução superior a 25%, a espécie deve ser classificada como POS negativa. O critério 3 avalia o número de eventos favoráveis em relação aos não favoráveis, ou seja, se em um determinado tecido animal, como o fígado, houver o aumento da atividade de duas enzimas antioxidantes e a redução na atividade de uma enzima antioxidante, independente da atividade das enzimas de outro tecido, essa espécie é classificada como POS positiva, ou seja, a atividade de duas enzimas aumentou e de uma enzima reduziu no tecido em questão (MOREIRA et al., 2016).

### **1.3 ANIMAIS INVERTEBRADOS CAPAZES DE REALIZAR O POS**

Existem inúmeras espécies de animais que realizam o POS. Esse estudo teve como foco os animais invertebrados, que são um grupo maior quando comparado ao grupo dos vertebrados. Em relação ao POS, os invertebrados ainda são pouco estudados. Alguns invertebrados são de grande importância econômica, principalmente no comércio, como é o caso dos camarões (SUN et al., 2015). A seguir serão descritos alguns invertebrados POS positivos.

O caracol *Otala lactea* é capaz de estivar quando falta água e alimento por vários meses; é capaz de aumentar suas defesas antioxidantes quando está num estado de estivação. As enzimas SOD, CAT e GST no músculo do pé e SOD e GPX no hepatopâncreas aumentam, quando essa espécie está dormente por 30 dias, em comparação com os animais ativos. O aumento desses antioxidantes indica um preparo para o estresse oxidativo (HERMES-LIMA et al., 1995).

O camarão *Macrobrachium nipponense* é uma espécie muito importante no continente asiático devido a seu valor comercial e econômico. Este animal é comumente

exposto a ambientes hipóxicos. Foi verificado que as enzimas antioxidantes SOD, GPX e GST aumentam (a nível transcricional, com aumento na transcrição de genes que codificam para as enzimas antioxidantes) no hepatopâncreas de animais expostos à hipóxia crônica. Além das alterações transcricionais, alterações patológicas como frequência reduzida de muda, alterações metabólicas, esquiiva, crescimento lento, supressão da função imune são situações que aumentam a produção de antioxidantes (SUN et al., 2015).

O microscópico tardígrado *Paramacrobiotus richtersi* é capaz de sobreviver ao dessecação (anidrobiose), e é muito resistente às mais diversas situações de estresses. Num estudo sobre hidratação e dessecação desses tardígrados foram analisadas enzimas antioxidantes como SOD, CAT, GPx e GR (RIZZO, 2010). Detectou-se um aumento significativo de SOD total e GSH nos tardígrados, quando em dessecação. A proteção contra dessecação nesses animais é um mecanismo essencial para combater o estresse oxidativo. Nessa espécie há aumento nas defesas antioxidantes e também um aumento nos níveis de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), um indicador de peroxidação lipídica. Esses invertebrados quando em estado anidrobiótico estão inativos, isto indica que as defesas antioxidantes são ativadas na fase anterior preparatória para esse estágio. Nos tardígrados, as enzimas com papel de minimizar os efeitos das EROs são importantes em todas as fases desde a desidratação, durante a dessecação e também na re-hidratação. A produção de defesas antioxidantes antecipadamente à dessecação de tardígrados que estão sujeitos a ambientes secos é essencial para sua sobrevivência no retorno à hidratação. Essas observações podem ser indícios de aspectos evolutivos do animal em ambientes inóspitos (RIZZO et al., 2010).

Os corais estão sujeitos a ambientes entre marés, ambientes esses bem extremos para suas funções fisiológicas, devido à radiação solar, diferença de salinidade, hipóxia e anóxia. Na espécie *Veretillum cynomorium*, foi observado aumento de enzimas antioxidantes durante a emersão, indicando que isso aconteça para diminuir os danos pós-hipóxicos devido às EROs. Foram analisadas, nos tecidos desses invertebrados as atividades das enzimas antioxidantes GST, CAT e SOD, e malondialdeído (MDA) como indicativo de peroxidação lipídica, e as proteínas chaperonas HSP70/HSC70, que

desempenham papéis chave na triagem de proteínas danificadas e aberrantes para a degradação através da via ubiquitina proteossoma. Aumentos significativos ocorreram nas atividades de GST e CAT em corais sob emersão. A atividade da enzima SOD se manteve-se baixa na imersão e aumentou na emersão. Esses resultados indicam que *V. cynomorium* apresenta uma resposta POS positiva a eventos hipóxicos (TEIXEIRA et al., 2013).

A espécie *Macoma balthica* vive no mar Báltico, no litoral da Finlândia. Esse bivalve vive no sedimento do oceano, cerca de 5 metros a 200 metros de profundidade. Enterrado no sedimento quase não encontra predadores. É importante para o ecossistema marinho porque auxilia no crescimento de algas e microrganismos. Seu desaparecimento pode alterar toda a fauna marítima. Esses bivalves aumentam seus antioxidantes quando em situação de hipóxia. Pesquisadores deixaram o animal em hipóxia por cerca de 30 dias e observaram o aumento de antioxidantes como a GR (Glutathione Redutase) e da enzima que hidrolisa o neurotransmissor acetilcolina, AChE (Acetilcolinesterase). Além do aumento dos antioxidantes, também observaram uma mudança no comportamento dos animais, eles se enterram no substrato deixando apenas o sifão para o lado de fora, e a sua biomassa, que diminui o seu peso bruto, quando são privados de oxigênio. Desse modo chegaram à conclusão que esses animais respondem fisiologicamente e com mudança de comportamento quando expostos à hipóxia, podendo ser classificados como animais POS positivo. Assim, notamos que uma mínima perturbação em um ecossistema aquático, como a hipóxia, pode gerar um estresse ao animal, e assim o animal procura alternativas como aumentar os antioxidantes para se defender dessa perturbação (VILNAS et al., 2019).

#### **1.4 BLOGS**

A rede mundial de computadores é uma grande tecnologia dos dias atuais, e por meio dela, as enciclopédias, constituídas antigamente por grandes livros, páginas e páginas imensuráveis de conhecimento, hoje podem estar na palma da mão com apenas

um clique. No ambiente virtual pode-se obter todo tipo de informação, desde a informação mais fidedigna referenciada como informações sem nenhuma credibilidade.

Ambientes virtuais mais recentes como os *blogs* são espaços que podem levar o aluno a um aprendizado mais significativo. Os blogs dão espaço para criação, edição e publicação de dados na estrutura da *web*. Os “eblogs”, popularmente conhecidos como blogs, possibilitam uma cooperação entre links na rede e proporcionam uma *web* mais viva e interligada (MANTOVANI, 2006). As escolas estão inseridas em uma sociedade tecnológica, e assim os blogs podem ser utilizados como uma nova tecnologia de informação e comunicação. Nos ambientes dos blogs há espaço para escrita, comentários, gravações de informações, discussões, compartilhamento de ideias e conhecimentos de forma colaborativa (BOEIRA, 2009).

O *blog* pode ser usado como um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), representando uma alternativa à construção do conhecimento de uma forma tradicional e conteudista. Hipotetiza-se que quando estudantes constroem ou interagem no ambiente dos blogs eles, naturalmente, podem sair da passividade e enriquecer seu conhecimento por meio da informatização e da cooperação com o professor. Tornam-se, assim, agentes ativos na busca de informações para um aprendizado mais significativo. Acreditamos que o cuidado principal no uso de *blogs* é garantir a qualidade da informação que o aluno produz e que os novos conceitos estejam corretos. A escrita abreviada, muito comum na comunicação informal nas redes sociais, deve ser tratada com atenção para garantir uma melhora na escrita do aluno (GOMES, 2005).

O funcionamento dos *blogs* ocorre por meio de postagens. Cada *blog* é uma página da *web* que tem um endereço específico, onde as pessoas podem postar conteúdos diversos, desde dicas de beleza até conteúdos educacionais. É uma plataforma aberta para acesso de conteúdo em qualquer lugar do mundo. As pessoas podem postar conteúdo como: textos, vídeos, apresentações, jogos e outras informações que podem ser acessadas no próprio *layout* ou em *links* que levam a outras páginas (RODRIGUES, 2006). Uma das vantagens do *blog* é que qualquer texto, além de ser compartilhado, também pode ficar armazenado dentro da rede de computadores, e esse arquivo pode ser acessado a

qualquer momento. Além da publicação por parte dos criadores, os *blogs* podem conter opiniões livres que podem aparecer nos comentários (RIBEIRO et al., 2008).

Acredita-se que os *blogs* podem servir como uma ferramenta para um avanço no ensino e aprendizagem. Atualmente, existem diversos tipos de blogs, inclusive blogs educacionais e científicos. Tantos os *blogs* educacionais como os não educacionais compartilham o mesmo conceito: disseminação e construção de conhecimento. Entretanto, o uso do *blog* no ensino sem uma intervenção por parte do professor, não garante um aprendizado por si só. Pressupõe-se o quão importante é que o professor intervenha quando *blogs* são utilizados pelos estudantes e que ele saiba utilizá-lo de forma ampla em sala de aula e fora dela (RIBEIRO et al., 2008).

Acredita-se que o *blog* é uma nova oportunidade no ensino. As páginas da internet podem ser uma nova ferramenta para facilitar tanto a disseminação dos conteúdos como sua fixação de forma diferente. Podem ser usados para um determinado projeto de ideias, como algum assunto específico ou como notícias de forma colaborativa ou não. Opiniões ou linhas de pensamentos podem ser exercitadas no *blog* (RIBEIRO et al., 2008).

Atualmente, mais e mais pessoas no mundo estão acessando canais na internet e cada vez menos pessoas acessam seguimentos que não são ligados a ela. Pensa-se que o *blog* pode ser um caminho importante para a aquisição de conhecimento e divulgação da ciência. Sua construção é livre, e não é complicado fazer postagens e não requer conhecimento amplo de informática. Qualquer pessoa pode criar um *blog* facilmente. É um espaço amplo para trocar ideias e também estimula o intelecto do leitor para uma discussão. Muitas pessoas que não se sentem confortáveis com os conteúdos vinculados na internet visualizam o *blog* como uma alternativa para outros conteúdos. O número de *blogs* tem crescido constantemente e é hoje um dos meios mais acessíveis para todos na internet (RODRIGUES, 2006).

Os blogs acadêmicos como: <http://blog.brasilacademico.com/>; <https://posgraduando.com/blog/>; <https://blog.fastformat.co/>, no Brasil ainda são poucos. *Blogs* são mais utilizados nas áreas de diversão e como um atrativo para um mundo tecnológico de informações. A área da comunicação é extensa e com o advento da internet, com sua vasta e rápida tecnologia, as informações chegam com rapidez ao leitor



por meio de sites de buscas e as oportunidades que o leitor tem para adquirir conhecimento são infinitas. Os *blogs* são espaços para se colocar ideias e informações, onde qualquer tipo de ideia pode ser descrito e transmitido. Neles, as ideias são inseridas livremente e isso pode ser feito de forma gratuita, necessitando apenas de uma conta de *e-mail* e um pouco de criatividade (AMARAL, et al., 2009).

A ciência pode ser divulgada por meio de *blogs*, porém, talvez não da forma mais efetiva e confiável. Existem muitos *blogs* com informações médicas, criados por profissionais, de nutricionistas a neurologistas, com informações corretas e outras não. Por isso, é sempre importante analisar cada *blog* para verificar se é uma fonte confiável de informação. *Blogs* que contêm referências são os mais indicados (AMARAL et al., 2009).

O crescente mundo digital tem um papel importante na era da comunicação. Os *chats*, fóruns e *blogs* são elementos importantes e novos para a prática da escrita, a qual tem sofrido mudanças, sem se tornar obsoleta. A escrita permanece nos canais digitais, e o conhecimento ainda é inerente ao homem, mas está sendo construído de uma forma diferente com o advento das tecnologias atuais (RODRIGUES, 2008).

Dois aspectos são importantes para que um *blog* seja atrativo: a informação e o *layout*. A informação é aquilo que faz o leitor buscar no *blog* o assunto de seu interesse, o qual deve estar exposto de modo atrativo e bem escrito. O *layout* é a imagem gráfica, aquilo que agrada aos olhos como uma forma criativa do desenho do *blog*, desde tamanho das letras a imagens de interesse que são usadas para deixar uma imagem agradável ao leitor (RODRIGUES, 2008). Assim, qualquer *blog* destinado a alunos do ensino médio deve levar em conta tais características.

### **1.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A sequência didática consiste de um resumo do plano de aula por unidade temática, dividida em pequenos módulos. A divisão em pequenos módulos pode facilitar o estudo do aluno. Seu conteúdo deve ser interdisciplinar, sem conter conteúdos estanques. Provas, exercícios e atividades de grupo devem estar conectados em um todo para promover com maior facilidade o entendimento de um determinado conteúdo.

Assim, a sequência didática é um conjunto de atividades a serem elaboradas, com identificação de fases pré-estabelecidas, estruturadas e articuladas com fim de alcançar um determinado objetivo (GIORDAN, 2012).

Após o aluno ter participado das atividades de uma sequência didática bem-feita espera-se que ele tenha absorvido os conteúdos de forma mínima, e consiga resolver problemas de forma ampla no espectro do conteúdo, e desenvolver as habilidades descritas nos objetivos. Espera-se que o conteúdo absorvido pelo aluno possibilite sua prática e sua vivência na sociedade. Acredita-se que por meio de uma sequência didática os alunos devem responder de forma positiva quando testados nas avaliações de larga escala demonstrando as competências adquiridas no processo da aula (GIORDAN, 2012).

Atualmente prevalece a ideia de que a sequência didática deve ter caráter investigativo, para que o aluno possa ser o ator principal na aquisição de seu próprio conhecimento. Pressupõe-se que o aluno deve experimentar, deve ter uma problemática para que possa sair da inércia e ter que resolver problemas para que aprenda de forma mais ampla e com uma construção do conhecimento de forma mais real. Cada módulo didático deve ser amplamente estudado e elaborado, de forma que, faça o aluno pensar (KRASILCHIK, 1980).

As vivências das atividades em que o aluno investiga e elabora hipóteses, mesmo que erradas, influencia na habilidade e conhecimento do aluno sobre o conteúdo. A habilidade de investigar propõe uma aula mais interessante e com meios para que o aluno se sinta no centro da atividade didática. Problemas do cotidiano podem ser levados e exemplificados na sala. O aluno, por meio da discussão, pode contribuir para que a transmissão do conhecimento não seja de mão única. O professor tem o papel de organizar o conhecimento a ser adquirido pelo aluno de forma ampla e sequenciada. Acredita-se que a sequência didática de forma investigativa proporciona ao aluno um aprendizado efetivo e bem elaborado (KRASILCHIK, 1980).

## 1.6 ENSINO DE BIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO

O ensino de biologia na educação básica é um princípio ativo da sociedade, e demonstra o que uma sociedade e um governo querem para determinado período. A produção científica e o conhecimento da biologia e de outras áreas: como engenharia e informática, podem demonstrar o nível de crescimento na tecnologia de um país. Quando o Brasil passou por transformações políticas em 1994, foi criada a lei 9.304 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira). Essa lei tratava de mudanças consubstanciais na educação, e aumentou a carga horária nos cursos de biologia. Essa alteração levou a uma maior atenção às áreas científicas e seu significado (KRASILCHIK, 1980).

Existem três eixos de compreensão básica da biologia. Um eixo de compreensão básica dos termos científicos e de como eles são estruturados e nominados. A partir desse eixo de conhecimento científico, que é o principal quando se relaciona a termos dentro do ensino de biologia, que os alunos devem entender. O segundo eixo trata de fatores éticos e os fatores antrópicos que circundam o meio ambiente em que o aluno vive; acredita-se que esses fatores podem estar influenciados pela política e pela sociedade em que o aluno se sente inserido. O terceiro eixo trata dos fatores que complementam a ciência e a tecnologia dentro da sociedade e como estão inseridas no dia a dia da população (BARRO, 2008).

A ideia de alfabetização científica, concebido por Paulo Freire, coloca que a educação é para todos que a buscam, que a educação é exemplificada e liberta as pessoas, e não a aprisionam, utilizando o conhecimento prévio do estudante (FREIRE, et al.,2000). É um importante marco nesses três pilares da UNESCO, e é importante para o entendimento do professor, de quais ferramentas o aluno precisa para torna-se um indivíduo emancipado, do ponto de vista da ciência. Pressupõe-se que ler, escrever e saber que seu mundo pode ser transformado por um ensino de biologia de qualidade faz do estudante um indivíduo ativo no processo educacional (SASSERON; CARVALHO, 2008).

A argumentação, a dúvida, o diálogo entre professor e aluno possibilitam a construção do conhecimento. Ambos, alunos e professores em sala de aula, podem desenvolver juntos o conhecimento da biologia. Espera-se que as ideias levantadas pelo professor, as hipóteses, as conclusões dos alunos, discutidos juntos em sala de aula, podem formar uma nova maneira de fixação do aprendizado na vida escolar do aluno. A qualidade do argumento do aluno pode permitir que o professor perceba o conhecimento que está sendo construído e os conceitos de biologia que estão sendo assimilados pelo educando (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Não podemos supor que, por um passe de mágica, toda a educação será mudada para uma tecnologia existente. O uso de uma tecnologia avançada em sala de aula não garante que o aluno tenha um aprendizado de sucesso. A tecnologia ajuda, mas ela não é, por si só, o único caminho, ela é um meio de alcançar o conhecimento. Acredita-se que a didática do professor como mediador das tecnologias é um ponto crucial para o bom rendimento do ensino (MOREIRA et al., 2007). Para a implementação de uma educação tecnológica não é suficiente equipar a escola com computadores e outros meios tecnológicos. O professor deve saber como lidar com a tecnologia da informação e a ele devem ser apresentadas alternativas que contribuam com o cotidiano escolar, o que é essencial para um a aprendizado associado à tecnologia. (CALDAS, 2011).

Dentro de uma pesquisa educacional, qual o melhor parâmetro para atribuir a variabilidade do comportamento? A observação de um comportamento vai além de fatores estatísticos e análises textuais. Fatores como o comportamento, podem influenciar diretamente uma pesquisa. Entre os dados qualitativos podem estar: diários, entrevistas, documentos, filmes e observações da manifestação humana. Já os dados quantitativos, podemos inferir padrões numerais de quantidade de acertos ou desempenhos de um aluno ou de uma turma (GÜNTHER, 2006).

A pesquisa qualitativa com qualidade tem que ter: objetividade, fidedignidade, validade, utilidade, comparabilidade e normatização. Não é que qualquer coisa vale. Mas qualquer interpretação de um ponto racional é importante. Mas então o que devemos escolher, uma pesquisa qualitativa ou quantitativa? Nenhuma das duas, as duas se

complementam. A compressão e explicação de ambas estão interligadas. A abordagem mista é uma real solução e pode enriquecer o trabalho de pesquisa na educação. As duas juntas pode ser um fenômeno de compreensão de uma técnica educacional consistente (GÜNTHER, 2006).

## **1.7 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral do trabalho foi construir um *blog* sobre animais invertebrados que realizam o “Preparo para o Estresse Oxidativo” e desenvolver uma sequência didática investigativa sobre o POS que possa ser usada no Ensino Médio.

## **1.8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- . Fazer um levantamento e leitura de artigos científicos sobre o fenômeno POS em animais invertebrados;
- . Criar um *blog* sobre o POS em invertebrados;
- . Apresentar aos alunos do ensino médio a teoria do POS, relacionando-a ao conteúdo previsto pela Secretaria de Educação e desenvolver atividades para sua compreensão;
- . Organizar as atividades com foco no desenvolvimento de uma sequência didática para servir de modelo para utilização do *blog*.

## 2.1 MATERIAL e MÉTODOS

Os materiais utilizados nas aulas foram os seguintes: o *blog* foi produzido na plataforma *Google*, com acesso livre e gratuito (Anexo B). Na aula 01 foram utilizados quadro para exposição, pincel para quadro e *slides* criados no programa *Mentimeter* disponível no Anexo A.

A aula número 2 teve como base o artigo: “HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail” de forma impressa e entregue uma cópia para cada grupo de quatro alunos. Nessa aula também foi utilizado um teste ao qual os alunos respondiam com placas de *QR code* que foram previamente plastificadas as quais estão disponíveis no *site* do programa *Plickers*, (as orientações de como obter as placas estão no anexo A). Um celular com sistema Android ou *iOS* também foi usado para captar as respostas dos alunos.

Na aula 03 foi utilizado um *notebook* e *data show* para projeção das informações no quadro. A aula ocorreu no laboratório de informática, equipado com 20 máquinas, dentre *tablets* e computadores. Essas máquinas tinham acesso à internet para que os alunos entrassem no *blog*. Nessa aula foi usada a rede social *Facebook*, onde foi inserida previamente uma reportagem sobre preparo para o estresse oxidativo; disponível no Anexo A.

Na aula 04 foram utilizados um *notebook* e um *data show*, junto com uma caixa de som para projeção de um vídeo disponível no Anexo A. A aula aconteceu no laboratório de informática descrito anteriormente. Os alunos também acessaram um questionário no *Google* formulários, disponibilizado pela plataforma *Google* (Anexo A).

A figura 2, abaixo, ilustra as etapas resumidas do trabalho desenvolvido.



Figura 2- Etapas do desenvolvimento do estudo. O trabalho desenvolvido nesse estudo está demonstrado como 6 etapas sequenciais. O tema escolhido foi o “Preparo para o Estresse Oxidativo” que é adequado para ser inserido na disciplina de bioquímica do ensino médio. A leitura e discussão de artigos científicos foi necessária para que o professor conhecesse a teoria do POS.

Para a construção do *blog* foram utilizados vários artigos obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica nas plataformas, <https://scielo.org/>; <https://journals.plos.org/>; <https://bce.unb.br/> e revistas online relacionadas às áreas de fisiologia e bioquímica. Nas revistas científicas foram encontradas publicações que descrevem animais que fazem POS. Muitos animais são estudados quanto à sua capacidade de sobreviver a condições drásticas onde há limitação de oxigênio. Uma importante publicação de 2016, que descreve 106 espécies de animais que realizam o POS (Moreira et al., 2016), e suas referências serviram de base para o aprendizado do professor sobre o POS, e os estudos envolvendo animais invertebrados foram selecionados e alguns deles usados na construção do blog (Tabela 1).

**Tabela 1-** Artigos selecionados na revisão de Moreira et al, (2016) para leitura e discussão sobre animais invertebrados que realizam o POS. Esses artigos foram usados na construção do *blog*.

<b>Espécie</b>	<b>Tipo de estresse</b>	<b>Referência</b>
Cnidaria: <i>Veretillum cynomorium</i>	EA	Teixeira et al., (2013)
Annelida: <i>Paralvinella grasslei</i>	H	Marie et al., (2006)
Tardigrada: <i>Paramacrobiotus richtersi</i>	D	Rizzo et al., (2010)
Arthropoda: <i>Farfantepenaeus aztecus</i> & <i>Litopenaeus setiferus</i>	H	Fujiwara et al., (2016)
Arthropoda: <i>Palaemonetes pugio</i>	H	Brouwer et al., (2007)
Mollusca: <i>Achatina fulica</i>	E	Salway et al., (2010)
Mollusca: <i>Biomphalaria tenagophila</i>	A /E	Ferreira et al., (2003)
Mollusca: <i>Haliotis discus</i>	H	De Zoysa et al., (2009)
Mollusca: <i>Haliotis midae</i>	H	Vosloo et al., (2013)
Mollusca: <i>Helix aspersa</i>	A/E	Welker (2009)
Mollusca: <i>Littorina littorea</i>	C	English et al., (2003)
Mollusca: <i>Macoma balthica</i>	H	Villnäs et al., (2019)
Mollusca: <i>Mytilus galloprovincialis</i>	EA	Andrade et al., (2018)
Mollusca: <i>Nacella concinna</i>	H/EA	Weihe et al., (2010)
Mollusca: <i>Nacella magellanica/Nacella deuarata</i>	EA	Pöhlmann et al., (2011)
Mollusca: <i>Otala lactea</i>	E	Hermes-Lima et al., (1995)
Mollusca: <i>Pomacea canaliculata</i>	E	Giraud´Billoud et al., (2013)
Múltiplas referências /Várias espécies	---	Hermes-Lima et al., (2015)

Tipos de estresse Anóxia (A), Desidratação (D), Estivação (E), Congelamento (C), Hipóxia (H), Exposição ao Ar (EA). Fonte: Autor.



O *blog* foi criado na plataforma *Blogger* do Google. Para construção do *blog*, foi primeiro necessário criar uma conta no Google. A conta é feita de forma gratuita, basta apenas colocar os dados pessoais no site [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Nesse endereço, no lado direito da tela, há um ícone onde se tem acesso a várias funcionalidades do sistema *Google*, entre elas à ferramenta *Blogger*, em que o *blog* foi construído com endereço específico.

Para a criação do *blog* é preciso ir às configurações e preencher com um endereço válido e não usado, o nome do *site* que se quer construir. Ao final do preenchimento ao nome criado para o *blog* foi acrescentada a extensão [blogspot.com](http://blogspot.com). Assim o endereço do *blog* ficou vinculado à plataforma *blogspot*. A partir desse momento foram criadas as postagens que incluem resumos de artigos científicos, vídeos, um jogo e um exercício de palavras cruzadas). A figura 3 ilustra a página inicial do *blog*. A seguir será descrito como as diferentes abas do *blog* foram criadas.

The image shows the homepage of a blog titled "POS (Preparo para o Estresse Oxidativo) em invertebrados". The page has a dark header with the title and social media icons (Facebook, Google+, Instagram, Email). Below the header is a teal navigation bar with menu items: "PREPARO PARA O ESTRESSE OXIDATIVO (POS)", "OTALA LACTEA", "POMACEA CANALICULATA", "HALIOTIS", "NACELA", "ACHATINA FULICA", and "CORAIS". A secondary teal bar contains "CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO POS", "JOGO DOS CRITÉRIOS DO POS", "GAMES", and "TESTE". The main content area features a post titled "PREPARO PARA O ESTRESSE OXIDATIVO (POS)" with the sub-heading "RADICAIS LIVRES". The post includes a cartoon illustration of three characters (a purple one, a green one, and a red one) in a laboratory setting. The purple character asks, "O QUE HOVE COM O ELETRON HOJE?". The green character replies, "NADA NÃO ELE ANDA MEIO NEGATIVO MESMO!". To the right of the post is a search bar and a sidebar with a "Popular" tab selected, showing "Total de visualizações de página" as 1201 and the author's name "Professor Francisco Gadelha" with a profile picture and location "Brasília, DF, Brazil".

Figura 3- Página inicial do *blog* POS invertebrados. Fonte: [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com)

## 2.2- ABA PREPARO PARA O ESTRESSE OXIDATIVO (POS)

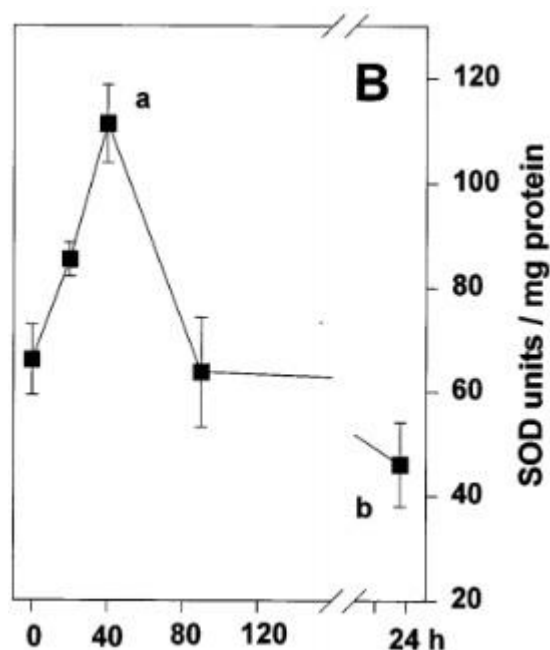
Na criação do *blog* [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com) (Figura 3) foi realizada a primeira postagem geral e deixei fixada no início da página. Todos que acessam a página abrem primeiro a página com informações básicas sobre o POS. Isso pode ser feito nas configurações marcando a página principal.

Essa primeira página foi feita de forma textual com um título e textos explicando temas principais sobre o POS. Espera-se que antes do aluno passar para a leitura dos artigos, ele faça a leitura dessas explicações para se inteirar dos assuntos que são pré-requisitos para o entendimento da teoria. Antes do texto, há charges (Figura 3) que são inseridas no topo do texto. A charge mostra uma introdução ao tema de forma lúdica e divertida, cujo objetivo é que o aluno possa se interessar pela leitura.

Nas postagens seguintes, que podem ser acessadas na aba principal do *blog*, foram colocados pequenos resumos de artigos científicos, para apresentar o conhecimento científico de modo que, quando o aluno navegar, ele se sinta mais próximo de uma linguagem menos densa que aquela usada nos artigos científicos. A linguagem científica é importante, mas os alunos às vezes sentem dificuldades, tanto com a língua inglesa, como também com a forma em que o artigo é escrito, com termos científicos complexos e que o aluno não entende bem.

## 2.3-ABA OTALA LACTEA

A partir da primeira postagem foram escolhidos artigos com espécies que possam despertar no aluno uma curiosidade maior. Na aba principal, quando o aluno clica na aba *Otala lactea*, ele encontra um resumo sobre o artigo científico “Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail” (HERMES-LIMA et al, 1995). O artigo foi relatado no *blog* de forma textual mais simples, sem perder os dados principais, mas com uma linguagem mais acessível aos alunos. A imagem do caracol foi postada no *blog*. Também foram disponibilizados gráficos referentes aos resultados mostrados no artigo, as os quais foram apresentados coloridos (Figura 4).



**Figura 4-** Atividade da enzima antioxidante superóxido dismutase (SOD) medida no hepatopâncreas do caramujo *Otala lactea* durante o acordar após 30 dias de estivação. Esse resultado foi retirado do artigo “Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail” (HERMES-LIMA et al., 1995).

Na imagem do gráfico no *blog* o resultado mais importante foi destacado com uma estrela. Para não perder a essência do artigo, as partes textuais são bem divididas em: introdução, material e métodos, resultados e discussão. Ao final do artigo foi colocado um *link* para que o aluno possa acessar o artigo na íntegra se tiver interesse em buscar informações além das apresentadas no blog.

#### **2.4 - ABA *POMACEA CANALICULATA***

Na aba da espécie *Pomacea canaliculata* foi postado um vídeo disponibilizado diretamente da plataforma Youtube. O artigo utilizado como fonte para essa postagem foi “Antioxidant and molecular chaperone defences during estivation and arousal in the South American apple snail *Pomacea canaliculata*” (GIRAUD-BILLOUD et al, 2013). O vídeo foi gravado com a câmera do celular, sem o uso de microfones ou luzes especiais. O vídeo proporciona ao aluno, de uma maneira cômica, sem perder a seriedade, uma explicação do conteúdo do artigo. Nesse vídeo são utilizados dois ovos de galinha, pintados em forma de personagens. Os personagens são apresentadores, que são

segurados nas mãos, como fantoches, e que vão explicando o conteúdo do artigo. O formato da explicação é dividido em introdução, material e métodos, resultados e discussão.

A edição do vídeo foi feita por um programa gratuito, chamado *Power Edit*. Nesse programa você pode acrescentar vídeos, imagens, sons, e também consegue cortar o vídeo em partes e organizar as legendas atrás dos personagens. Após gravar o vídeo e fazer a edição no programa *Power Edit*, o próximo passo foi fazer o carregamento do vídeo na plataforma *Youtube*, que também é gratuita. Após o carregamento ele foi disponibilizado no *blog*. Abaixo do vídeo está disponibilizado também um *link* para acessar o artigo original na íntegra.

## 2.5-ABA HALIOTIS DISCUS

Na aba dessa espécie foi feito um resumo da introdução, material e métodos, resultados e discussão do artigo “Antioxidant response of the bivalve *Pinna nobilis* colonized by invasive red macroalgae *Lophocladia lallemandii*” (DE ZOYSA et al, 2009). Foram inseridas imagens do animal invertebrado. Os gráficos (Figura 5) foram coloridos no programa *paint*. Uma estrela foi inserida nos gráficos para direcionar os alunos para os resultados mais importantes.

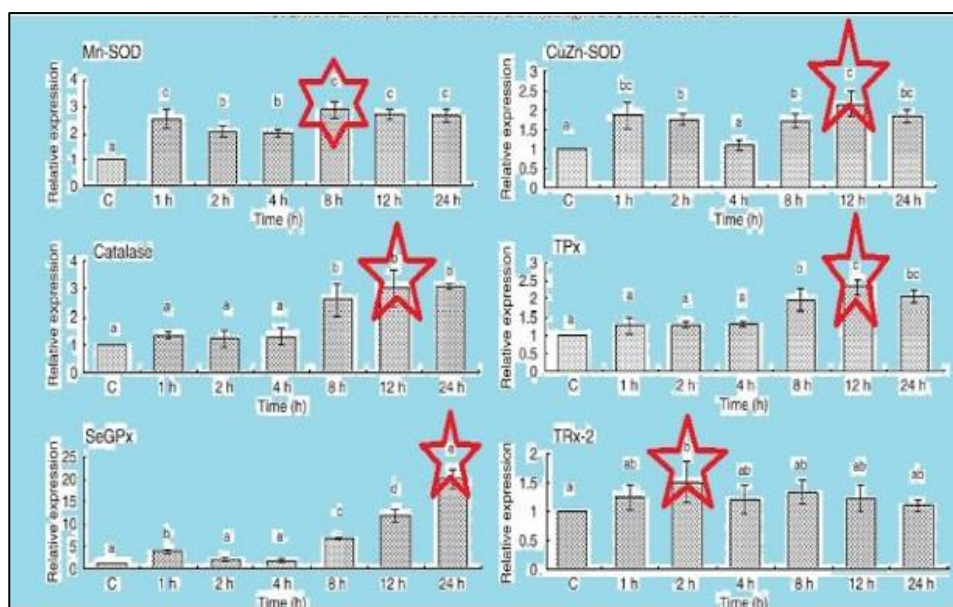


Figura 5 – Níveis de expressão gênica das enzimas antioxidantes nos tecidos branquiais de animais expostos a hipóxia. Superóxido dismutase dependente de manganês (MnSOD); Superóxido dismutase dependente de cobre e zinco (CuZnSOD); Catalase(CAT); Peroxirredoxina (TPx); Glutathione Peroxidase dependente de Selênio (SeGPx); Peroxirredoxina (TRx-2). Fonte: “Antioxidant response of the bivalve *Pinna nobilis* colonized by invasive red macroalgae *Lophocladia lallemandii*” (DE ZOYSA et al, 2009).

Ao final do resumo foi disponibilizado um *link* para que os alunos que quisessem acessar o artigo original pudessem baixá-lo de um sistema nuvem.

## **2.6-ABA NACELA MAGELLANICA e NACELA DEAURATA**

Na aba *Nacela* foi disponibilizado um vídeo de 17 minutos. Esse vídeo foi gravado da câmera do celular. Depois de carregado o vídeo foi editado no programa *Power Edit* e carregado na nuvem do site *Youtube*. O apresentador foi o próprio professor que usou uma linguagem mais apropriada para vídeo-aulas. No programa *Power Edit* foram colocadas imagens, tabelas e gráficos do artigo “Heat-shock response and antioxidant defense during air exposure in Patagonian shallow-water limpets from different climatic habitats” (POHLMANN et al, 2011).

## **2.7-ABA ACHATINA FULICA**

Na aba da espécie *Achatina fulica*, o artigo “Rapid upregulation of heart antioxidant enzymes during arousal from estivation in the Giant African snail (*Achatina fulica*)” (Salway et al, 2010) foi dividido nas partes: introdução, material e métodos, resultados e discussão. Essa aba dá acesso a um *link* que direciona o aluno para a plataforma *Prezi* (Figura 6). O *Prezi* é um programa que permite a apresentação de slides de forma interativa, pois traz uma dinâmica de movimentação de imagens aproximando ou distanciando. Quando o aluno clica na imagem, ela abre outra imagem interna. É um *zoom* dentro da imagem. Quando o aluno clica nas partes da apresentação ele tem informações mais precisas de cada parte do artigo. Ele pode observar imagens do bivalve, gráficos nítidos e detalhados, dando ênfase à informação que o professor necessita que os alunos absorvam.

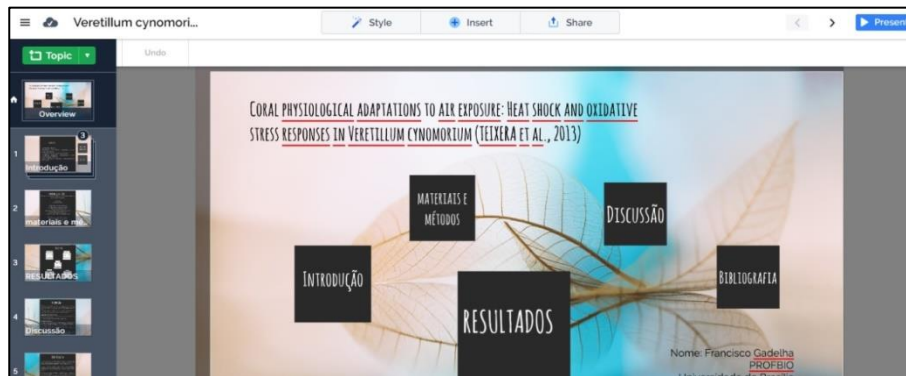


Figura 6 - Print screen da página do blog que traz as informações sobre corais. Uma apresentação feita no programa Prezi foi usada para explicar o artigo científico. Fonte: <http://posinvertebrados.blogspot.com/>

Na plataforma *Prezi* é possível criar ou anexar imagens. Existe ainda a possibilidade de criação de desenhos, figuras e textos. Dentro dos textos é possível criar atalhos para que, quando o aluno clicar na imagem, ela se abra em outra imagem. Textos longos ou informações irrelevantes devem ser evitados na apresentação, para que o aluno não se sinta desmotivado ou perca a concentração.

## 2.8-ABA CORAIS

Essa aba traz uma apresentação do artigo “Coral physiological adaptations to air exposure: heat shock and oxidative stress responses in *Veretillum cynomorium*” (TEIXEIRA et al, 2013) relacionado ao coral *Veretillum cynomorium*. Os cientistas estudam essas espécies onde sua fisiologia está relacionada ao POS. A apresentação foi feita na plataforma *Prezi*. Há um *link* que direciona o aluno para o *site* do *Prezi* onde ele acessa a apresentação criada pelo professor. A apresentação pode ser criada usando modelos disponíveis no *site* ou ter um formato criado pelo autor. Como os corais remetem à ideia de mar, a imagem geral escolhida para apresentação foi a do fundo do mar. Cada imagem refere-se a uma parte do artigo: introdução, material e métodos, resultados e discussão. Cada clique abre uma parte importante do artigo como imagens, gráficos e tabelas bem detalhados com uma forma textual. A hipótese inicial era que, após a leitura desses pequenos resumos, os alunos conseguissem entender o todo do artigo. Os alunos

que desejassem se aprofundar no artigo, podem acessá-lo pelo link indicado no final da postagem.

## **2.9-ABA CRITÉRIOS DA CLASSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS QUANTO À APRESENTAREM O POS**

A aba de critérios de classificação dos animais quanto à apresentarem o POS foi baseada no artigo “How widespread is preparation for oxidative stress in the kingdom?” (MOREIRA et al., 2016). Nessa aba há um texto com explicações sobre como uma espécie de animal pode ser classificada como POS positiva, POS negativa ou POS neutra, por meio dos critérios 1, 2 e 3. No artigo esses critérios estão descritos de modo complexo e assim o a ideia foi usar uma linguagem mais próxima da linguagem dos estudantes. Além do texto também foi inserida no *blog* uma tabela de para que a classificação fosse apresentada de maneira resumida e os alunos a entendessem melhor. Na parte inferior da postagem há um *link* para o aluno acessar o artigo na íntegra.

## **2.10-ABA JOGO DOS CRITÉRIOS DAS ESPÉCIES QUANTO À APRESENTAREM O POS**

Nessa aba há um jogo baseado nos critérios de classificação das espécies quanto à presença do POS para que os alunos possam usar o conhecimento adquirido. O jogo foi desenvolvido na plataforma *Scratch* (Figura 7). O site <https://scratch.mit.edu/>, desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts é um *site* onde é possível criar animações e jogos por meio de programação em blocos. A programação consiste em dar movimento a pequenos personagens que ficam na tela, mexer nas posições dos personagens de modo que eles caminhem ou façam ações quando o jogador comandar. Quando você arrasta o bloco para o campo em branco da tela de programação ele faz a função desejada que você programou. No programa é possível acrescentar sons e imagens. A programação pode ser criada pelo autor ou pode-se usar algumas programações já disponibilizadas no botão *Mixer* e realocar da forma que melhor atender ao seu conteúdo.



Figura 7 – Print screen da página do programa *Scratch* (<https://scratch.mit.edu>) onde foram inseridos os comandos para criar o jogo disponibilizado no blog. ; *Scratch*. é um programa do ite, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Na figura nota-se a apresentação dos blocos com comandos para produção dos jogos.

O jogo tem o formato de um campo de futebol, com bolinhas coloridas marcadas com C1, C2 e C3, referente aos critérios de classificação 1, 2 e 3. As bolinhas aparecem aleatoriamente. O jogador deve mover uma barra amarela na extremidade inferior do campo para tocar a bola do jogo. Cada bolinha que o jogador acertar fará com que uma pergunta se abra com um exemplo, e o jogador deve digitar na caixa de diálogo se aquela situação se refere a uma espécie POS positiva, POS negativa ou POS neutra. Se ele acertar ele ganha um ponto. Se ele errar perde um ponto. Se a bola não tocar na barra amarela na parte de baixo da tela ele perde 0,5 ponto. Ele movimenta a barra na parte inferior da tela com as setas esquerda e direita do teclado. Algumas bolinhas têm perguntas bônus que valem 2,5 pontos. O tempo também é contado. O jogador tem 2 minutos para jogar e saber sua pontuação final.

## 2.11-ABA GAMES



Na aba games há uma cruzadinha com 10 perguntas relacionadas ao POS e aos artigos que foram discutidos no *blog*. No site <https://nicecross.herokuapp.com/> é possível produzir cruzadinhas com facilidade, basta clicar em criar palavras cruzadas e colocar as perguntas e respostas na caixa de diálogo. Depois de colocar a quantidade desejada de perguntas e respostas o programa cria automaticamente sua palavra cruzada com a opção de imprimir em uma folha ou disponibilizar através de um *link*. Você deve ficar atento às repostas colocadas e às letras que devem estar de acordo com o digitado pelo aluno. Se ele errar uma letra a palavra cruzada não é completada. Deve-se levar em conta acentos, letras maiúsculas e minúsculas.

A cruzadinha foi disponibilizada no *layout* do próprio *blog* e pode ser respondida diretamente ou então acessando a imagem completa em um *link* disponível no *blog*. Após o aluno preencher a cruzadinha, ele pode fazer a correção apertando no botão mostrar as respostas, que foi habilitado no *blog* para que o aluno possa analisar onde acertou e onde errou.

## **2.12-ABA TESTE**

Na aba teste há algumas perguntas relacionadas ao conteúdo do *blog* e a aula desenvolvida com base nesse conteúdo. Esse teste foi criado na plataforma *Google* formulários. O formulário foi disponibilizado no *blog* na aba teste (Figura 8). Com uma conta gratuita no Google é possível criar formulários para serem respondidos *online*. Basta entrar no site <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Nesse link pode-se criar a pergunta e definir o tipo de resposta desejada. As respostas podem ser um parágrafo curto em que o aluno descreve algo brevemente na forma de texto. As respostas podem ser parágrafos mais longos onde há espaços para textos maiores. Há também respostas de múltipla escolha em que o aluno escolhe uma das alternativas mostradas. A resposta pode ser em caixa de seleção onde o aluno seleciona a resposta desejada. Existe também resposta em escala linear, em que o aluno seleciona o item de acordo com a intensidade de sua satisfação, desde pouco até muito satisfeito. Existem vários tipos de formatos de questionamento na plataforma, em que o aluno responde e, automaticamente,

o professor recebe todas as respostas em uma tabela ou gráfico. Essas respostas podem ser separadas por grupo de acordo com a escolha que o professor fizer no momento da criação do formulário. Quando o professor produzir o formulário ele abrirá uma página com um *link*. Esse *link* poderá ser disponibilizado para os alunos responderem os questionamentos. O formulário Google é uma ferramenta virtual de respostas em que o aluno opina por meio de escolhas em um formulário digital. O aluno, por meio de uma linguagem mais tecnológica visualiza a página do formulário de um modo diferente na hora de responder, e o professor tem seu trabalho facilitado na hora de armazenar e receber os dados respondidos pelo aluno.

A print screen of a Google Form titled "Métodos da Aula Sobre Metabolismo". The form is set against a background of laboratory glassware and chemical symbols. The text on the form reads: "Responda essa avaliação sobre o método utilizado na aula do Professor Francisco." Below this, it says "\*Obrigatório". There are two required fields: "Endereço de e-mail \*" with a placeholder "Seu e-mail" and "NOME COMPLETO \*" with a placeholder "Sua resposta".

Figura 8 - *Print Screen* do formulário disponibilizado no *blog* para que os alunos respondessem o formulário com perguntas referentes ao *blog* e seu uso nas aulas.

## 2.13-OUTRAS FERRAMENTAS DO BLOG

No blog foram incluídos ícones que fazem integração com redes sociais: *Instagram*, *Facebook*, e *Google Plus*. Assim, ao navegar, o aluno pode entrar em contato com quem produziu todo o material. Na aba superior esses links estão disponíveis para qualquer usuário.

Outra ferramenta importante que é usada como *Gadgets* pelo professor é a contagem de número de visitas no blog. Na aba de configurações o número de visitantes

que o *blog* recebeu pode ser contado e disponibilizado para todos os usuários. A quantidade de visitas é um termômetro importante para saber se os alunos estão ou não acessando o blog e se ele está gerando interesse. Quanto mais acesso houver, isso pode indicar que os alunos estão buscando o assunto que o professor apresentou em sala de aula.

No perfil do professor seu endereço, foto, e informações básicas podem estar acessíveis no *blog*. É importante que no blog seja inserido quem o produziu. Outra ferramenta importante é a aba de seguidores. Nessa aba os seguidores, ao apertarem em “seguir”, receberão, em primeira mão, por meio do seu endereço de *e-mail* a informação de quando alguma postagem nova for publicada.

O *Gadget* de opção da linguagem da página vem com a ferramenta *Google Tradutor*. Muitos alunos têm dificuldade em algum termo em língua inglesa e simplesmente por não ter um dicionário próximo podem desistir da leitura. Nesse espaço o aluno tem acesso rapidamente a um dicionário *online* que colocando o termo tem sua tradução automática.

## **2.14 ONDE FOI DESENVOLVIDO O TRABALHO**

A escola onde o projeto foi desenvolvido chama-se Centro Educacional 11 de Ceilândia. Essa escola tem no seu segmento alunos do ensino médio e fundamental. Tem ao todo 1.462 alunos matriculados. Esse centro educacional tem as modalidades de ensino médio e ensino fundamental durante o turno diurno, e durante o período noturno as aulas são voltadas para Educação de Jovens e Adultos (EJA), essa modalidade é voltada para alunos que não cursaram no período oportuno seus estudos ou estão com distorção na modalidade idade/série. A escola foi fundada em 1982 para atender principalmente à classe trabalhadora que vinha de várias regiões do país, mas principalmente da região Nordeste.

O colégio fica em uma região pobre de baixa renda localizada na cidade satélite de Ceilândia no Distrito Federal (Figura 09). A maioria dos alunos mora na maior favela da região Centro-Oeste do país chamada Sol Nascente. A população da Ceilândia de

acordo com o último censo é de 398.374 habitantes. Dessas, 84 mil pessoas moram na região do Sol Nascente. A Ceilândia tem um alto índice de violência e a escolarização média da população é baixa. É uma área com extrema violência, durante o ano de 2018 foram registrados 85 homicídios, 6.386 roubos e diversos outros crimes na cidade. (Fonte: Secretaria de segurança do Distrito Federal). A maioria dos pais dos alunos que frequentam a escola são pais que vieram de outros estados e a maioria está inserida em subempregos no mercado de trabalho. O aluno recebe uma alimentação diária fornecida pela escola e essa, muitas vezes, é um dos maiores atrativos para os alunos daquela região se manterem no ambiente escolar.

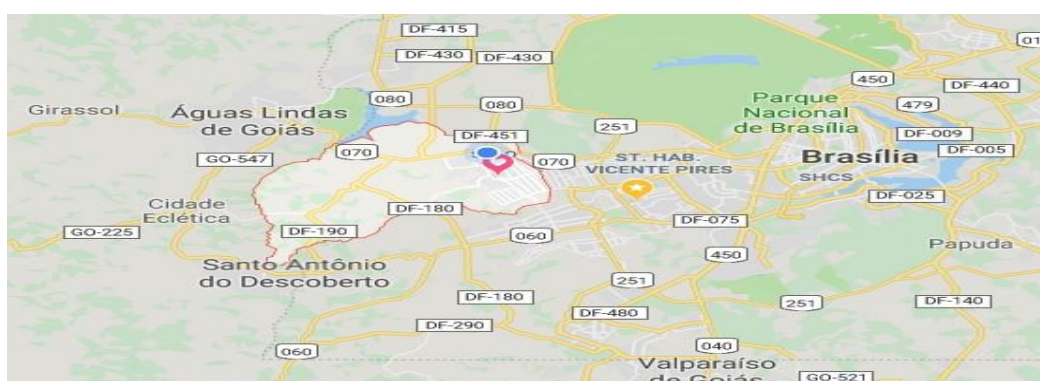


Figura 09- Localização da região de Ceilândia e da escola onde o trabalho foi desenvolvido. A região da Ceilândia está delimitada em vermelho. O marcador de localização indica onde fica a escola Centro Educacional 11 de Ceilândia.

Apesar de ser uma cidade violenta os alunos têm um bom índice de comportamento e também um bom rendimento escolar em várias matérias inclusive na disciplina de biologia. A escola está com 4,2 na nota do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) de 2017 (Figura 10). A projeção do IDEB para o ano de 2019 é de 4,6. Fonte: Dados do Ideb/Inep (2017).

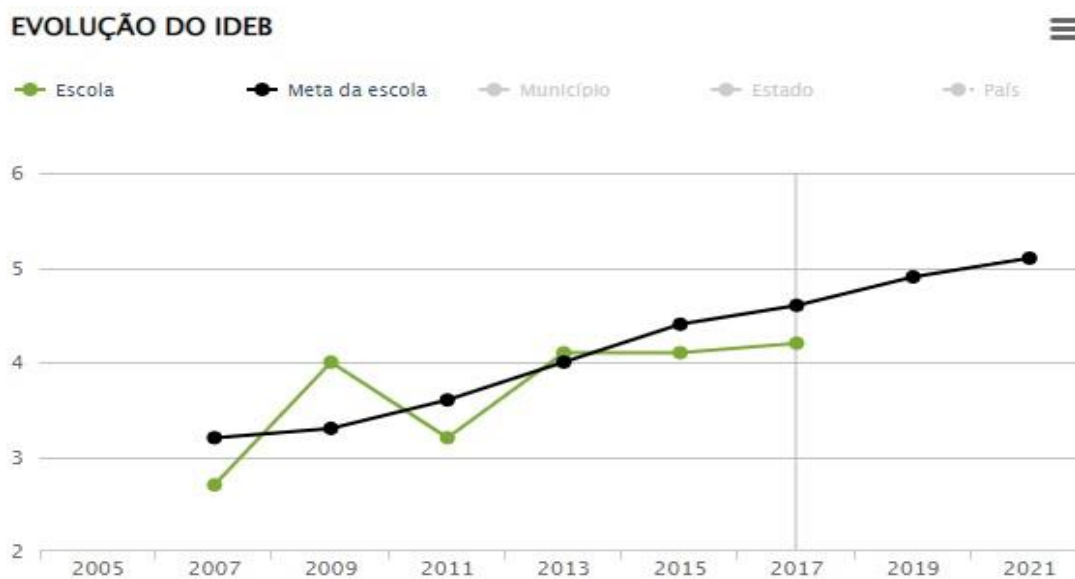


Figura 10- Evolução do IDEB Índice de avaliação da educação básica da Escola Centro Educacional 11 de Ceilândia. Fonte: Dados do Ideb/Inep (2017).

O trabalho foi desenvolvido em duas turmas do ensino médio. Para a primeira turma o trabalho foi aplicado em maio de 2019 e para a segunda turma foi aplicado em setembro de 2019. As turmas nas quais o trabalho foi desenvolvido são os 3º A e 3ºB. A faixa etária dos alunos era de 16 a 18 anos. Cada turma é composta por 40 alunos que frequentam as aulas no turno matutino. O conteúdo estudado nessas turmas era de Bioquímica básica. Entre esses conteúdos os que os alunos tinham mais dificuldade era o de metabolismo energético.

## 2.15 - RESULTADO DO TESTE FEITO COM O APLICATIVO *PLICKERS*

Os alunos após a primeira e segunda aulas, responderam algumas perguntas sobre os temas estudados como cadeia transportadora de elétrons, metabolismo energéticos e também perguntas relacionadas ao estudo do POS (Figura 11). Essas perguntas foram feitas de forma aleatória e sem repetições de um dia para outro.

As 10 perguntas utilizadas, apresentadas na figura 11, foram feitas de forma aleatória: 5 perguntas feitas ao final da segunda aula quando a aula era tradicional, e em outra dia, na quarta aula, após o aluno utilizar o blog foram feitas outras perguntas que não eram repetidas. Assim, o aluno não teve perguntas no aplicativo repetidas. O próprio aplicativo agrupa as perguntas em blocos para que as mesmas não sejam feitas de forma repetida, assim temos um resultado mais confiável sem perguntas iguais na sequência das aulas.

Esse trabalho teve aprovação do comitê de ética (Anexo E) em 16/04/2019.

- 1-Que organela celular está envolvida na síntese de ATP nas células animais?
- 2-Quando a célula gasta energia, a molécula de ATP é quebrada. Que parte da molécula é quebrada?
- 3-Dentre os processos bioquímicos, ciclo de Krebs, via glicolítica, cadeia transportadora de elétrons abaixo, qual deles produz ATP de forma direta nos animais?
- 4-Como ocorre a formação de ácido láctico?
- 5- Os tardígrados são animais bem resistentes, o caracol *Otala lactea* e o caramujo *Pomacea canaliculata* também. A técnica comum, que esses animais utilizam para sobreviver em ambientes inóspitos é chamada de?
- 6- O que são radicais livres?
- 7- O que são antioxidantes?
- 8-O que é “Preparo Para o Estresse Oxidativo” (POS)?
- 9- Qual desses não é um antioxidantes?
- 10- O Caracol *Helix apersa* tem mais eventos de aumento de enzimas antioxidantes em seus tecidos do que diminuição sendo classificado como POS positivo. Qual é esse critério?

Figura 11- Perguntas feitas no aplicativo *Plickers* para turma 1 e turma 2. As 10 perguntas foram feitas de forma aleatória, na 1ª aula e na 4ª aula para que não fossem feitas de forma repetidas. Na 1ª aula as perguntas feitas foram: perguntas 1;3;5;7 e 9. Na 4ª aula as perguntas feitas foram: 2;4;6;8;10.

Os alunos respondiam as perguntas escolhendo uma alternativa e levantando uma placa com a alternativa selecionada. Cada alternativa é computada no programa *Plickers* e armazenada tendo uma média geral de acertos de cada aluno e uma média geral de acerto da turma. Esse tipo de teste é rápido e também pode dar um diagnóstico para o professor onde os alunos estão errando ou acertando mais. Assim ele pode tentar

minimizar os erros e também tentar dar ênfase maior nos assuntos onde o aproveitamento não é tão alto. Esse método de perguntas com erros e acertos fornece uma dimensão quantitativa para o professor. Através dessa quantificação estatística que são parâmetros reais de avaliação, podemos diagnosticar onde o modelo didático proposto pode melhorar. A pesquisa com números demonstra se houve um crescimento nos dados e tenta demonstrar se o objetivo foi alcançado ou não. A prova é uma dimensão quantitativa e busca acertos e erros dos alunos em conteúdos julgando que o aluno já saiba o conteúdo ou teve uma aprendizagem.

## **2.16 - APLICAÇÃO EM SALA DE AULA**

### ***2.16.1-As turmas escolhidas e o conteúdo***

Para aplicação do blog em sala de aula foram escolhidas duas turmas do terceiro ano do ensino médio. A primeira turma foi chamada de turma 1 estavam presentes na aula 27 alunos. A segunda turma foi chamada de turma 2 que no dia da aplicação contava com 29 alunos. As quatro aulas da turma 1 foram aplicadas no dia 17 e no dia 20 de maio de 2019. As quatro aulas da turma 2 foram aplicadas nos dias 17 e 18 de setembro de 2019. Cada dia em todas as turmas tiveram duas aulas. Os alunos têm as aulas oferecidas no turno matutino. A faixa etária dos alunos está entre 16 e 18 anos.

O conteúdo dos alunos no terceiro ano do ensino médio equivalem a uma revisão geral do ensino médio. As aulas desenvolvidas com os alunos são do conteúdo de bioquímica básica. Eles estudam propriedades da água, aminoácidos, carboidratos e lipídeos. O principal assunto tratado foi metabolismo energético, a qual os alunos têm grande dificuldade. Via glicolítica, ciclo de Krebs e Cadeia transportadora de elétrons era o conteúdo tratado além de transcrição genética. No contexto do Preparo para o estresse oxidativo o aluno tem que ter um mínimo de conhecimento dentro de bioquímica para entender o que é estresse oxidativo, metabolismo energético algumas transcrições. Os alunos devem entender alguns conceitos básicos e relaciona-los com algumas proposições que são colocadas no tema.

O estudo dos artigos científicos que é um meio de divulgação da ciência também foi abordado na aula. A divulgação da ciência e estrutura de um artigo é algo que muitos alunos do ensino médio nunca tiveram contato. A divulgação também foi abordada nas aulas. O principal material das aulas foi o blog mais não apenas ele, outros materiais como slides, artigo impresso e também vídeos foram utilizados.

### 2.16.2- AS AULAS

As aulas para sequência didática seguiram o seguinte formato

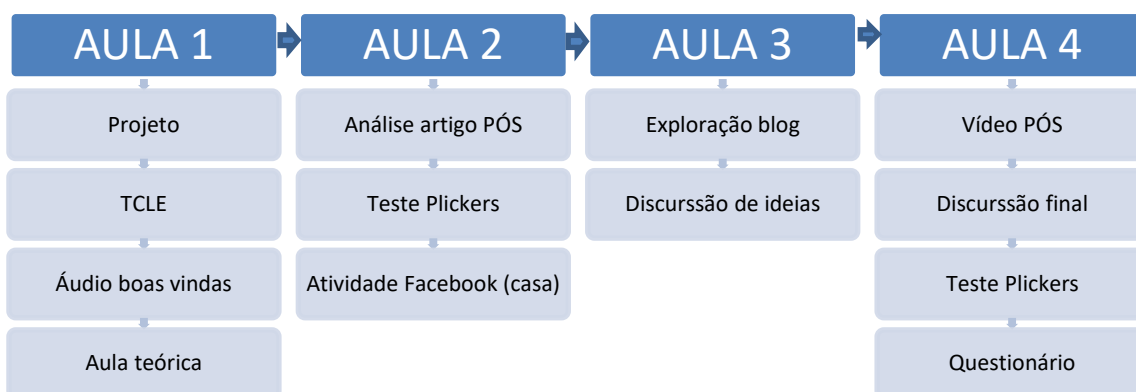


Figura 12- Fluxograma explicando como ocorreu a sequência didática das aulas 01, 02, 03 e 04.

#### *Aula 1*

Na aula 1 os alunos tiveram uma introdução da aula sendo explicado como desenvolveria o projeto e de que se tratava. Os alunos receberam o termo de consentimento e livre esclarecimento para assinarem e também para seus pais assinarem (anexo D e E). Após a explicação de como se tratava o projeto e aceitação dos alunos a aula se iniciou com um áudio de pesquisadores dando boas-vindas aos alunos. Os pesquisadores eram da área de Bioquímica. Fazem pesquisas ativas sobre o POS na universidade de Brasília.





Figura13- Fotos da aplicação em sala de aula. A- Aula expositiva sobre a teoria de POS e assuntos de bioquímica geral. B- *QR code* para que os alunos acessem o blog através do celular ou tablet pela câmera do celular. C- Tablet a qual os alunos acessaram o blog durante as aulas na escola. D- Sala de informática com os computadores a qual os alunos consultaram o blog para maiores esclarecimentos sobre a teoria do POS.

Após a apresentação iniciou-se a aula com explicação sobre metabolismo energético através de slides produzidos no programa *mentimeter*, mas também disponibilizados em slide (Anexo A). O assunto tratado na aula foi: vias metabólicas, produção de energia, teoria do POS, radicais livres, antioxidantes, introdução à divulgação científica em forma de artigo e a estrutura de um artigo científico (Figura 13A).

#### *Aula 2*

Após a aula os alunos receberam um artigo impresso “HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail. *Am J Physiol.* 268: 1386–1393”. Esse artigo foi debatido em sala de aula, assim os alunos tiveram em mãos um artigo científico feito por um pesquisador brasileiro e também visualizaram como a ciência é divulgada. Após a leitura de partes do artigo e de discussão de alguns pontos com a turma realizamos um teste com aplicativo Plickers (Figura 14 C).



Figura 14- Momentos da aplicação das aulas relacionados ao blog na escola no laboratório de informática do Centro Educacional 11 de Ceilândia. A-Jogo do *Scratch*, a qual o aluno testa seus conhecimentos sobre critérios do POS. B- Alunos assistindo atentamente o vídeo sobre Teoria do POS. C- Teste feito com QR com aplicativo *Plickers* D- Respostas captadas pelo celular do professor com aplicativo *Pilcker*. Bolas verdes demonstram acertos bolas vermelhas demonstram erros.

Os alunos responderam 5 perguntas relacionadas ao conteúdo da aula (figura 14 C). Essas perguntas eram projetadas na lousa no formato de slides e eles escolhem uma alternativa correta para responder levantando uma plaquinha que a qual posiciona para a cima a letra escolhida (figura 14 D). Para atividade de casa ao final da aula foi pedido aos alunos que comentassem no *facebook* da escola a postagem relacionada a um vídeo que explicava como a pesquisa do POS é feita. Além de comentar, foi pedido que eles interagissem com a postagem que os colegas também fizeram assim demonstrando uma grande interação nas redes sociais.

### Aula 3

Esta aula aconteceu no laboratório de informática da escola. Cada aluno teve acesso a um computador, tablet o do seu próprio celular com internet (Figura 13C e 13D). Nessa aula os alunos acessaram o blog [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com) e navegaram nas informações que ali contem como: resenhas, vídeos, apresentações no programa Prezi, e tirinhas com animações. Além dos conteúdos de forma teórica também no blog existem jogos, desenvolvidos na plataforma Scratch (Figura 14A) uma cruzadinha em que o aluno pode testar seus conhecimentos sobre o POS. Durante o tempo da aula os alunos ficaram navegando pelo blog e aprimorando seu conhecimento sobre o POS e todo conteúdo de bioquímica existente no blog. Alguns alunos também acessaram ao blog através de um *QR code* (figura 13B) que foi disponibilizado nas paredes do laboratório, que eles captavam através da câmara do celular e ele abria diretamente no seu navegador o blog.

#### *Aula 4*

Iniciamos a aula com a demonstração de um vídeo sobre a teoria do POS e como as pesquisas estão sendo desenvolvidas nos dias atuais (Figura 14B). O vídeo foi disponibilizado no *facebook* da escola fizemos uma breve discussão sobre algumas perguntas feitas pelos alunos na rede social da escola (Figura 15).

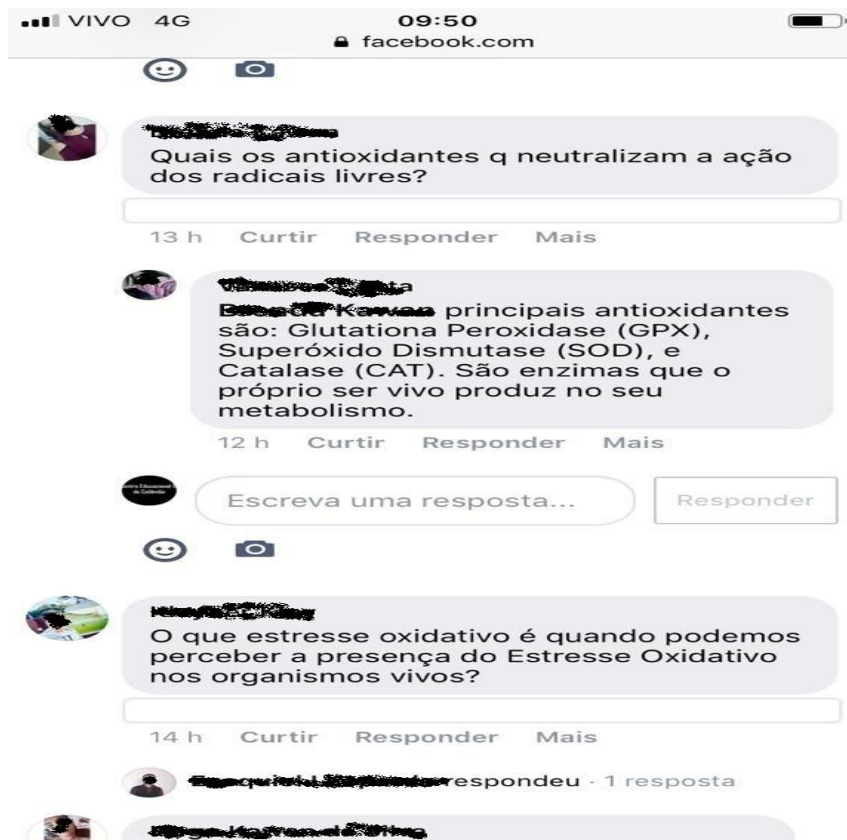


Figura 15- Discussão dos alunos na rede social sobre o assunto preparo para o estresse oxidativo.

As perguntas levantadas pelos alunos foram brevemente discutidas pelo professor e os alunos tentando responder os principais questionamentos e possíveis informações corretas e incorretas que foram levantadas nas redes sociais da escola.

Após concluir a etapa da discussão foram feitas 5 perguntas sobre o conteúdo através do aplicativo *Plickers*, perguntas essas diferentes das perguntas feitas na segunda aula. *Slides* com essas perguntas eram projetados no quadro e eles escolhiam a alternativa que consideravam correta e respondiam levantando uma plaquinha com a letra da alternativa escolhida posicionada para a cima (figura 14C e 14D).

Para finalizarmos a aula pedimos aos alunos que respondessem um questionário sobre avaliação da aula do professor e dos métodos que foram utilizados (Anexo B). Esse questionário estava disponível no *blog* e foi feito através do *Google formulários*. As repostas foram coletadas e analisadas para um *feedback* da aula e da aplicação.

## RESULTADOS

Nota-se na figura 16A, que a turma antes de ter acesso ao blog que teve apenas a aula expositiva, demonstrou um desenvolvimento baixo relacionado aos acertos das questões. Nas barras em azul nota-se que nenhum estudante alcançou uma média superior a 50%. Muitos alunos estão com média abaixo de 40%. Ao todo temos 27 alunos que participaram desse teste, desses 27 alunos, 4 alunos não tiveram nenhum aproveitamento no teste, tendo aproveitamento de 0%.

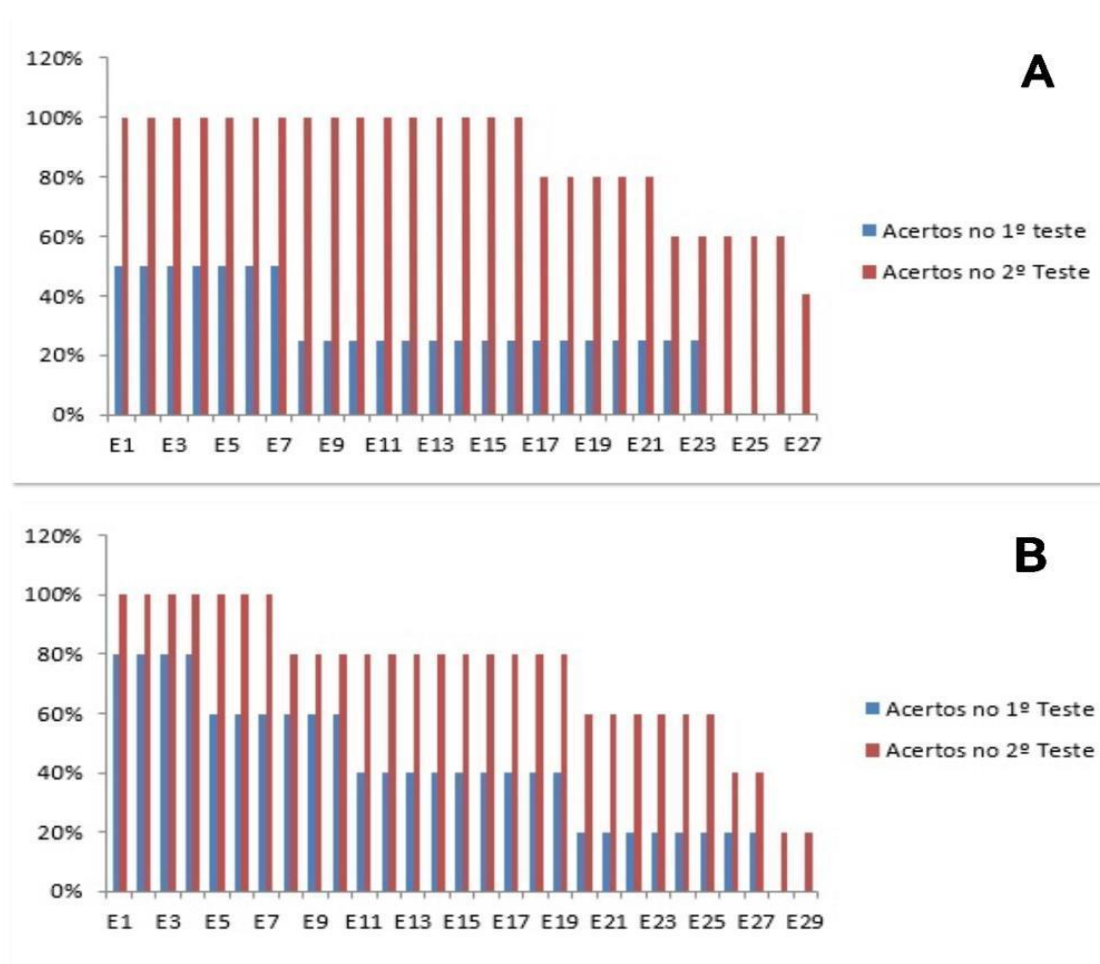


Figura 16-(A)- Percentual de acerto de cada estudante (E) nos testes feitos antes e depois das pesquisas no blog. Os testes foram feitos usando o aplicativo *Plickers*. A- Turma 1, testes realizados nos dias 15 (1º

teste) e 20 (2º teste) de maio de 2019; B) Turma 2 , testes realizados nos dias 17 (1º teste) e 20 (2º teste) de setembro de 2019.

Analisando as barras vermelhas, que representam o teste feito após a aplicação do blog, que 16 estudantes da turma 2 tiveram um rendimento máximo de 100%, acertando todas as questões. Somente um aluno teve avaliação menor que 50% de aproveitamento no segundo teste. Fazendo uma comparação entre os aproveitamentos no primeiro teste com barra azul e segundo teste com barra vermelha notamos um crescente no que se refere ao aproveitamento de acertos antes do blog para depois do blog. Os alunos que não tiveram aproveitamento no 1º teste conseguiram ter aproveitamento no 2º teste.

Na figura 16B analisamos a segunda aplicação feita na turma 2. Em azul notamos que a turma teve um desempenho baixo na primeira aplicação do teste. Dez alunos alcançaram aproveitamento acima de 50% da nota e os restantes dos estudantes tiveram o aproveitamento abaixo de 50%. Ao todo foram testados 29 estudantes. Desses alunos dois não conseguiram nenhum aproveitamento no primeiro teste.

Quando analisamos o teste aplicado após a utilização do blog notamos que os acertos da turma aumentaram. Dos 29 alunos analisados, 17 deles tiveram aproveitamento maior que 60% no 2º teste. Isso indica que houve um ganho significativo nos acertos do teste após a utilização do blog. Os alunos que tiveram uma dificuldade maior no 1º teste também aumentaram o aproveitamento, nesse 2º teste nenhum aluno teve aproveitamento abaixo de 0%.

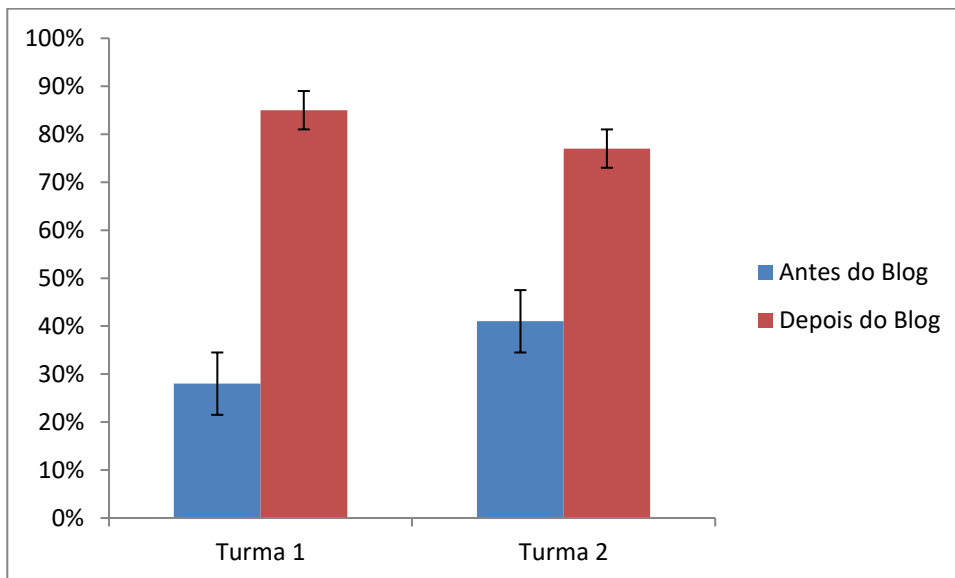


Figura 17- Aproveitamento global das turmas 1 e turmas 2, antes da aplicação do blog, representado pela barra azul, e após a aplicação do blog representado pela barra vermelha. No eixo x temos as turmas e no eixo y o aproveitamento das turmas.

Na figura 17 analisamos o aproveitamento global das duas turmas antes da apresentação do blog e depois da apresentação do blog. Na turma 1 antes da aplicação do blog a média geral de acertos no teste foi de 28%. Após a aplicação do blog a média de acertos aumentou para 85%. Observa-se um aumento nos acertos do 1º teste para o 2º teste na turma 1.

Na figura 17 analisando a turma 2 temos antes da aplicação do blog um aproveitamento no teste de 41%. Após a aplicação do blog os alunos apresentaram um nível de aproveitamento de 77%. Nota-se que os alunos tiveram um aumento no número de acertos após a utilização do blog.

Notamos que em ambas as turmas a média de acertos das questões se elevaram da primeira aplicação para a segunda aplicação do teste. Os alunos acertaram mais questões na segunda aplicação do que na primeira aplicação.

### 3.1- RESPOSTAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA AULA

As duas turmas avaliaram alguns aspectos das aulas e os dados estão representados abaixo.

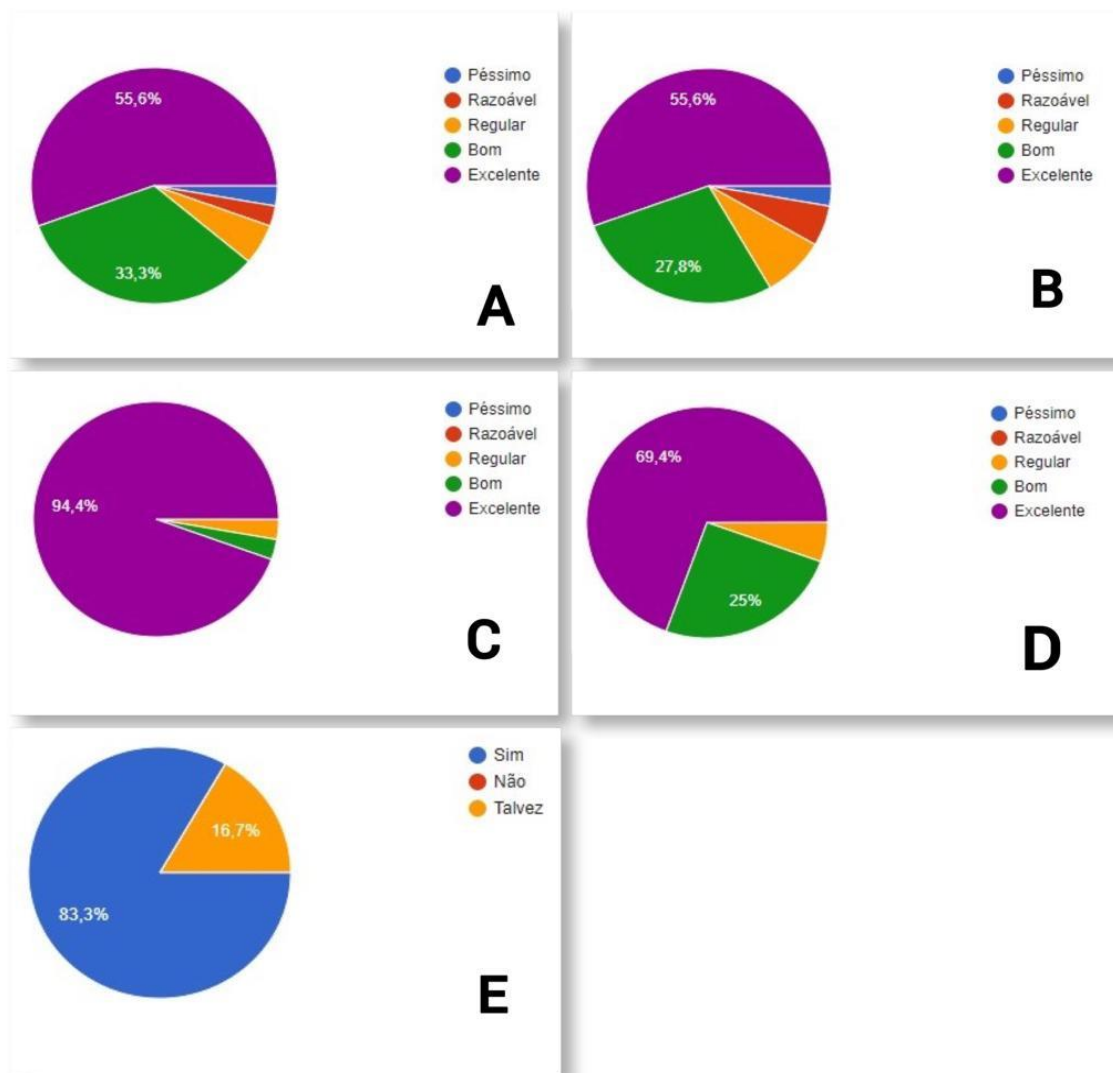


Figura 18(A)- Os alunos foram questionados se as técnicas utilizadas nas aulas ajudaram no entendimento dos conteúdos. Cores: roxa: excelente; verde: bom; amarelo: regular; vermelho: razoável; azul: péssimo. Figura 18(B)- Os alunos foram questionados se o material era de fácil acesso. Cores: roxa: excelente; verde: bom; amarelo: regular; vermelho: razoável; azul: péssimo. Figura 18(C)- Os alunos foram questionados se o professor dominava o conteúdo proposto. Cores: roxa: excelente; verde: bom; amarelo: regular; vermelho: razoável; azul: péssimo. Figura 18(D)- Os alunos foram questionados se o *blog* contribuiu para o seu aprendizado no conteúdo proposto. Cores: roxa: excelente; verde: bom; amarelo: regular; vermelho: razoável; azul: péssimo. Figura 18(E)- Os alunos foram questionados se indicariam o *blog* algum amigo pra estudar. Cores: Azul representa sim, amarelo representa talvez e vermelho representa não. Total de repostas 36.



Na avaliação observada na figura 18A os estudantes responderam o questionamento sobre as técnicas de aulas e como elas ajudaram no entendimento do conteúdo ministrado. Analisaram como excelente 55,6% dos alunos como bom 33,3% dos alunos, 5,6% analisaram como regular 2,8% como razoável e 2,8% como péssimo.

Os alunos foram questionados se o material que o professor disponibilizou para eles foi de fácil acesso (figura 18B), 55,6% marcaram como excelente, 27,8% responderam como bom, 8,3% como regular, 5,6% como razoável, e 2,8% como péssimo. Analisando as respostas, verifica-se que a metade da turma concordou que o local de disponibilização do material de acesso era de fácil acesso.

Da análise da figura 18C, em que os alunos foram questionados sobre o domínio do conteúdo ministrado pelo professor, 94,4% responderam que o professor tem um excelente domínio do conteúdo, 2,8% opinaram como bom e 2,8% como regular.

Analisando a figura 18D notamos que 69,4% dos alunos consideraram que o *blog* foi excelente para o seu processo de aprendizado ao tema, 25% analisaram como bom e 5,6 % como regular.

Na figura 18E, os alunos foram questionados se indicariam o *blog* para algum colega estudar sobre o tema de bioquímica do ensino médio. Dos 36 alunos que responderam 83,3 % disseram sim, que indicariam para algum amigo, e 16,7% responderam que talvez indicariam. Nenhum aluno teve resposta negativa ao pedido.

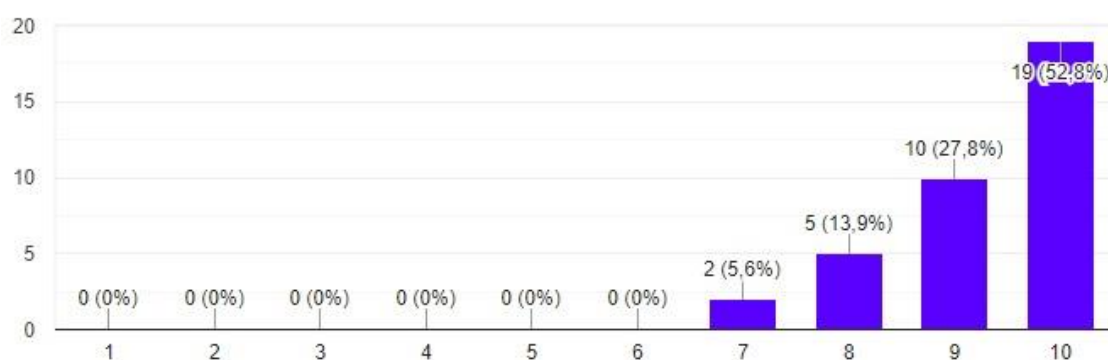


Figura 19- Os alunos avaliaram a técnica utilizada pelo professor na aula dando uma nota de 1 que significa que o professor tem pouca técnica e 10 que significa que o professore tem muita técnica. O eixo x representa

a notas que variam de 1 até 10. No eixo x a quantidade de alunos que deram uma nota. Ao todo 36 alunos responderam o teste.

Na figura 19 os alunos fizeram uma avaliação dando um valor quantitativo para as técnicas utilizadas pelo professor durante as aulas. A maioria dos estudantes avaliaram com nota máxima 52,8% deram a nota 10, 27,8% deram a nota 9, 13,9% deram a nota 8 e 5,6% deram a nota 7.

Pedimos aos alunos, ao final do questionário que eles respondessem uma pergunta discursiva sobre a experiência que eles tiveram na aula e como isso modificou o jeito dele pensar sobre o ensino de biologia e tivemos os seguintes relatos:

*“Biologia sempre me pareceu uma matéria extremamente interessante, ainda que uma das quais eu tenha mais dificuldade, e as aulas me ajudaram a, primeiramente, perceber a importância das pesquisas brasileiras no cenário mundial e a compreender mais amplamente as relações entre biologia e química.”*

*(Estudante 1)*

O relato do estudante 1 mostra que as aulas alcançaram o objetivo e que os alunos conheceram mais as pesquisas brasileiras e também uma relação com matéria de química, essa forma multidisciplinar de trabalhar demonstrou um maior interesse dos alunos.

*“A facilidade que o blog trouxe para adquirir conhecimento.”*

*(Estudante 2)*

*“O acesso ao blog, com explicações simplificadas e de fácil entendimento me ajudaram com minha perspectiva sobre a Biologia, já que geralmente eu tenho certa dificuldade por conta do alto número de nomes para decorar e estruturas complexas. Os vídeos bem descritivos também ajudaram muito meu interesse nas aulas.”*

*(Estudante 3)*

No relato dos estudantes 2 e 3, notamos que o blog foi extremamente útil para seu conhecimento, os estudantes relatam que a tecnologia no blog foi importante na experiência de aula. Os vídeos colocados no *blog* também ajudaram os alunos com informações úteis e uma linguagem mais interativa, como relatado pelo estudante 3 ele tem uma dificuldade com as nomenclaturas e através da proposição do *blog* conseguiu melhorar nesse quesito.

*“Apesar do entusiasmo, eu tive uma certa dificuldade no começo, o que não passava de um certo pré-julgamento. Ao me permitir embarcar nessa aventura de conhecimentos que vivi ao longo dessas poucas aulas, só tive mais certeza que a vida é muito mais complexa do que imaginamos, e aquelas matérias simples podem ser tão encantadoras e cheias de segredos como uma mais complexas, o que se espelhou claramente no exemplo do pequeno e resistente caracol. Concluindo apenas tive a confirmação de que a biologia é extremamente necessária.”*

*(Estudante 4)*

O estudante 4 afirma que teve uma dificuldade momentânea no início da apresentação tal dado pode ser sentindo talvez na primeira aula que foi realizada de forma tradicional bastante conceitual. O referido estudante achou outro ponto de destaque, que foi conhecer um pouco de um animal bem resistente que é o caracol *Otala lactea* que foi apresentado durante as aulas. Essa interação entre zoologia e bioquímica demonstrou ao aluno o conhecimento mais amplo e despertou interesse sobre a biologia.

*“O uso de jogos em uma forma de aprimoramento em métodos pedagógicos que facilitam o aprendizado e incentivam a participação e o interesse na disciplina.”*

*(Estudante 5)*

Outra ferramenta que foi utilizada no *blog* e que o estudante 5 comenta é a utilização de jogos pedagógicos, como o jogo dos critérios do POS. O jogo feito na plataforma *Scratch* deixou os alunos bem entusiasmados e a maioria conseguiu entender

os critérios ou procurava através dos textos de apoio como jogar de forma divertida. Conseguiram entender o assunto de forma lúdica. O interesse foi um dos pontos relatado pelo aluno que demonstrou mais interesse quando colocado um jogo na estrutura de aula.

*“O uso da tecnologia no ensino, o blog com games, as charges usadas, todos estes ajudaram a compreender o conteúdo e facilitaram muito o aprendizado.”*

*(Estudante 6)*

O estudante 6 relata o uso da tecnologia e coloca como ponto importante: as charges. Esses desenhos que são feitos em forma de quadrinhos e que abordam o tema como forma de introdução, porém de forma divertida. Foi importante e aguçou o interesse do estudante 6. Ele relata que ajudou a compreender o tema pois envolve inicialmente uma forma de problematização do tema e quando o aluno constrói o conhecimento facilita a sistematização do conteúdo.

*“A aprendizagem que tem espécies de seres vivos que conseguem ficar sem respirar 8 horas tendo uns que conseguem ainda ficar 30 dias sem respirar”*

*(Estudante 7)*

O fator da fisiologia dos animais trouxe um interesse no tema estudado como relata o estudante 7. Esse tema é ligado à bioquímica e traz uma curiosidade aos alunos. Trazer temas interessantes do dia a dia e reais como exemplo do funcionamento da fisiologia dos animais em ambientes extremos faz com que os alunos pesquisem mais e busquem se interessar sobre o assunto, assim podendo também aprofundar no conteúdo de bioquímica de forma espontânea.

*“Pois futuramente pretendo cursar medicina, quero ser neurocirurgião e a biologia é uma das matérias mais importante no decorrer do curso.”*

*(Estudante 8)*

O direcionamento para área profissional também foi algo a ser relatado pelo estudante 8. Ele pensa na matéria de biologia como um pré-requisito importante para o curso superior que ele pretende cursar após seu ensino médio, assim, ficando mais motivado para o estudo.

*“Quadrinhos que facilitaram o processo de aprendizagem.”*

(Estudante 9)

O meio lúdico utilizado através de pequenas tirinhas de quadrinhos no blog foi o que chamou a atenção do estudante 9. Ele relata a percepção da ludicidade como forma de adquirir o conhecimento ou de torna o processo de aprendizagem mais aceitável.

*“Os vídeos que o professor nos mostrou me deu um certo interesse no conteúdo, comentei até com minha mãe sobre esse estudo, eu achava biologia bem chato, mas gostei bastante dessas aulas com o professor”*

(Estudante 10)

O estudante 10 relata sobre meios de tecnologia utilizados na aula como vídeos. Uma reportagem em formato de vídeo sobre o tema ajudou bastante na quebra do preconceito do aluno com a matéria.

*“Não tive nenhuma experiência”*

(Estudante 11)

O estudante 11 relata que não teve nenhuma experiência, talvez a desmotivação do estudante possa ter sido relacionada com fatores externos à aula, ou o estudante não gostou da metodologia utilizada pelo professor.

*“A biologia pode nos auxiliar com os estudos em outros seres vivos a poder nos ajudar a entender e talvez solucionar algumas doenças.”*

(Estudante 12)

A relação da biologia com a ciência voltada para a saúde foi o destaque que o aluno 12 achou das aulas como solução da ciência para curar ou minimizar os impactos das doenças.

*“Que tem uma maneira dinâmica para a realização dos estudos.”*

(Estudante 13)

A dinamicidade da aula relatada pelo estudante 13 foi algo que o deixou mais motivado no ensino de bioquímica. Aulas com conteúdos densos e sem uma didática diferenciada deixam os alunos desmotivados.

*“Jogo didático logo após o conteúdo proposto, me ajudou a fixar a matéria.”*

(Estudante 14)

Os jogos são ferramentas que deixam os alunos mais motivados e também fazem com que eles aprendam de uma maneira lúdica como relatado pelo estudante 14.

*“Não gostei de estudar inglês com biologia um já é difícil imagina junto.”*

(Estudante 15)

As matérias trabalhadas de forma interdisciplinar não agradaram o estudante 15, talvez os artigos em língua inglesa tenham sido os motivos do desinteresse do estudante 15.

## 4.1- DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Atualmente a tecnologia é um dos meios mais rápidos para a informação alcançar as pessoas, e essa tecnologia está avançando para patamares nunca imaginados.

Nesse trabalho foi construído um *blog* para ser usado no ensino médio, trazendo assim a tecnologia para dentro da sala de aula. Na construção do *blog* foi usada uma linguagem mais acessível para o aluno e, dessa forma, esperamos que ele seja mais atrativo para eles.

Analisando os resultados obtidos com os testes no aplicativo *Plickers*, notamos que a aula sem um diferencial, sem uma tecnologia, não surte tanto efeito. Muitos alunos alcançaram uma média de acertos baixa, diversos abaixo de 50 % no 1º teste, mas no 2º teste, quando eles tiveram imersão no mundo da tecnologia por meio do *blog*, aumentaram o nível de acertos.

A segunda turma também teve um nível de acertos baixo, com média abaixo de 50% no 1º teste, antes da utilização do *blog*. Esse nível de acertos baixo após uma aula expositiva pode estar relacionado à falta de criatividade e/ou iniciativa do professor para preparar uma aula diferente. No 2º teste o nível de acertos da turma 2 aumentou também em relação ao 1º teste, em média acima de 50 %. Os alunos dessa turma também, quando tiveram contato com o *blog*, obtiveram um maior nível de acertos no teste. O mesmo resultado de aproveitamento foi observado, quando no ensino de química através de blogs, observando como os alunos se comportavam nessa nova ferramenta introduzida em sala de aula em (BARRO et al., 2008), em que 63% dos alunos tiveram um bom aproveitamento em relação ao *blog*.

Analisando os dados gerais, as duas turmas aumentaram seus níveis de acertos do 1º teste para o 2º teste. Isso indica que o uso do *blog* teve um efeito positivo no aprendizado em relação a uma aula expositiva simples.

O estudo realizado por Rios et al. (2014) foi feito entre os anos de 2002 e 2012 por meio de pesquisas bibliográficas, que incluíram teses e dissertações, a respeito do blog na educação. Segundo Rios et al. (2014) os blogs são de extrema importância na educação e podem ter impactos no contexto pedagógico de até 40%, para melhora no

ensino. O docente que usa blogs como ferramenta didática em sala de aula pode melhorar sua didática, comparando aos professores que não usam *blogs*. Os autores alertam que ao substituir um método tradicional de ensino, passando-o para o meio virtual e usando a tecnologia, é também necessário mudar o modo de ensinar. Nosso estudo também notou um impacto quando se usou o *blog* dentro de uma perspectiva educacional no ensino de biologia, com dados de crescimentos no percentual de respostas certas. Além disso, o método utilizado na sequência didática diferiu de uma aula tradicional e trouxe uma perspectiva mais construtivista, que se baseia no aluno como foco central do processo de ensino-aprendizagem, onde o aluno possa construir meios próprios para encontrar o conhecimento.

Segundo Nascimento et al. (2014) os professores e alunos que já têm uma intimidade com o meio digital têm uma maior facilidade no uso de ferramentas como os *blogs*. Interações como aplicabilidade, envolvimento e disponibilidade relacionadas a um *blog* podem ser critérios que animam os estudantes e professores na construção e utilização do *blog*. No estudo de Nascimento et al. (2014), quando os pesquisadores perguntaram como os alunos avaliavam o blog, obtiveram 59 % de resultados positivos avaliando o *blog* como “bom”. No nosso estudo, quando perguntamos sobre a capacidade do blog para ajuda dos nossos estudantes com o conteúdo, obtivemos aprovação de 55,6% como excelente (figura 18 A). Nossos dados corroboram o que os pesquisadores encontraram em seu estudo, isto é, que *blogs* podem ser uma excelente ferramenta para o ensino de biologia.

De acordo com Lopes (2010), o uso de *blog* é uma ótima ferramenta para auxiliar o professor. A relação professor e aluno sai da passividade e torna-se mais ativa, com conteúdo mais dinâmicos no ensino e com uma didática mais atraente ao aluno. No trabalho de Lopes (2010), a construção e uso do *blog* foi integrada com apresentação de seminários. Em nosso trabalho não tivemos apresentação de seminários, mas sim uma discussão sobre os temas propostos no *facebook* pelos alunos. Essa breve discussão teve como consequência uma participação maior dos estudantes que já estavam interagindo



nas redes sociais. Nosso trabalho reforça o estudo citado, pois tivemos uma participação mais efetiva dos alunos que saíram da passividade dentro e fora de sala de aula.

Comumente, os estudantes não relacionam o que viram nas aulas de bioquímica com a realidade que vivem em sua casa ou em seu meio social. Além disso, a bioquímica é uma matéria extremamente densa, o que pode desmotivar o estudante. O professor deve então tentar mostrar as conexões entre o conteúdo e a realidade em que os alunos vivem, além de procurar maneiras de tornar as aulas mais atrativas (SIMÕES, 2011).

O ensino de matérias complexas, como matemática e bioquímica, para o ensino médio esbarra no desinteresse do aluno. De acordo com Savisck (2013), quando se usa imagens, vídeos, links, simuladores e ambientes digitais isso facilita-se a aprendizagem individual do aluno. No nosso blog há essas interatividades, tais, como: vídeos do *Youtube*, links para apresentações em *Prezi*, conectividade com redes sociais e jogos, e nossos resultados reforçam a ideia que os estudantes aprendem com essas técnicas inseridas no *blog*. No caso de *blogs* criados por professores, diferentemente de *blogs* comerciais ou criados pelos alunos, é adequado ter espaço para escrita, reflexões e comentários. Além disso, o *blog* deve ser de fácil navegação pelo do aluno. Conforme Barro et al. (2008) o *blog* criado em seu estudo teve um resultado positivo de 80% quando os alunos foram questionados se ele era de fácil acesso. Nossos resultados dão suporte à ideia de que os *blogs* com escrita, reflexões e comentários são de fácil acesso. Quando perguntamos aos nossos estudantes se eles achavam o *blog* fácil de usar (Figura 18B), 55,6% responderam que era de fácil acesso.

Uma pesquisa realizada por Souza (2015) mostrou que a utilização do *blog* sobre fotossíntese no ensino de biologia resultou em 32% dos alunos concordam com sua utilização para a melhoria do aprendizado do ensino. Em nossa pesquisa encontramos um percentual de 69,4 % de alunos que concordam que o *blog* ajudou no aprendizado de biologia (Figura 18D). A apresentação de textos científicos de forma mais agradável para o estudante, que ainda o inicia no conhecimento científico, pode facilitar o seu entendimento e interesse. Nosso *blog* trouxe essa facilidade ao aluno e deu suporte à ideia de didática por investigação (RODRIGUES, 2008).

Muitos alunos acharam o conteúdo da primeira aula complexo e difícil. Quanto ao conteúdo depois da segunda aula, ministrado com o uso *blog*, quase nenhum aluno relatou dificuldade. A maioria dos alunos demonstraram interesse em navegar pelo *blog* e conhecer mais sobre o assunto, que foi apresentando de maneira mais atrativa.

O *blog* é uma maneira ágil e rápida de informação em que o aluno se sente integrado no meio tecnológico. É importante atrelar o aluno à tecnologia do mundo atual. As aulas de Biologia no ensino médio não têm um interesse por grande parte dos alunos. A desmotivação por decorar nomes, fórmulas, textos e pensamentos não trazem um aprendizado para o aluno de forma duradoura. Ele apenas reproduz aquilo que aprendeu sem ter um entendimento do conteúdo de forma mais ampla. O *blog* como ferramenta de exploração pelo aluno faz com que o docente chegue à linguagem dos jovens, que é uma linguagem utilizada na *web*. Nessa perspectiva também observada por meios de depoimentos segundo Mantovani (2006), trazendo uma grande importância para usos diferenciados de tecnologias.

Criar um *blog* não é uma tarefa complexa, mas exige um pouco de dedicação para que a página seja bem-feita. O conteúdo do blog deve ser essencial e atrativo. A linguagem deve ser adaptada para a realidade do leitor. Ler um *blog* tem que ser atrativo e prazeroso para o público alvo que se quer atingir. A atratividade de um blog pode ser feita por textos, vídeos, figuras, jogos, *links*, interatividade com redes sociais e também com o mundo virtual fora dele. O *blog* é apenas um *start* para o mundo da *web* (MANTOVANI, 2006).

Uma das limitações do trabalho foi a falta de interesse de uma pequena parcela de alunos, assim não conseguindo atingir a todos. Também a o trabalho que poderia ser feito de maneira interdisciplinar esbarrou na falta de interesse de professores de outra disciplinas.

O texto no *blog* deve ser escrito com uma linguagem acessível para os alunos do ensino médio, sem perder o foco da ciência. Pode-se escrever um assunto tratado pela academia como difícil e tentar explorar em forma de resenhas, para que o aluno entenda o conhecimento que se quer passar. A escrita de forma informativa e também clara pode

trazer curiosidades importantes, porém no *blog*, textos extremamente longos não interessam os alunos e devemos buscar contextualizar e trazer informações pertinentes e exemplos da realidade para que o aluno se sinta motivado a ler cada vez mais. As tecnologias atuais segundo Silva et al. (2012) ajudam o estudante a ter maior interesse nas aulas, e não é uma coisa desconexa com as atualizações do mundo e da sociedade. Se os docentes atualizarem suas aulas por aulas mais tecnológicas, com uso de blogs, por exemplo, podem causar maior interesse nos alunos e, em contrapartida, ter uma aula mais prazerosa de se ministrar.

Vídeos foram escolhidos como uma forma atrativa para que os alunos entendessem os artigos científicos usados na sequência didática. Vídeos podem conter muita informação que o autor quer passar, porém vídeos apenas informativos tornam-se muito densos e pouco atrativos para os alunos (MOREIRA, et al., 2007). Então, é importante inovar. Os alunos estão acostumados com os *Youtubers*, que produzem vídeos de uma maneira mais descontraída. Assim, assuntos engraçados foram inseridos nos vídeos disponíveis no *blog*. Um vídeo mais descontraído e utilizando a linguagem do aluno faz com que os estudantes fiquem mais interessados. O estudante aprende de uma maneira formal, porém divertida.

As figuras de artigos científicos muitas vezes trazem gráficos difíceis de entender e pouco atrativos. Os gráficos trazem informações de dados amplos que são resumidos para que o leitor entenda melhor. É interessante apresentar uma linguagem gráfica também acessível aos alunos, não apenas de forma textual e interpretativa, mas com um *layout* mais atrativo. O professor pode colorir o gráfico para que ele fique com a imagem mais atrativa, sem perder o aspecto científico, isso pode quebrar uma barreira de desinteresse no estudante.

As apresentações em forma de mapas mentais também são uma boa saída para que os alunos relacionem as informações de forma resumida e concisa (MANTOVANI, 2006). Na internet as informações são bastante rápidas e bem resumidas, às vezes com pouca qualidade. Os alunos têm essa informação rápida através de mapas mentais. No site *Prezi* essa informação é divertida e dinâmica. Tratar o aluno de hoje como se trata o aluno do século anterior não é a solução para os problemas da educação. O estudante.

como tudo que há no mundo, evoluiu. Ele não é mais o mesmo. Devemos buscar formas de integrar a educação com a rapidez e agilidade que os estudantes estão acostumados. O site *Prezi* demonstra essa agilidade através das apresentações em forma de mapas mentais. O artigo complexo e denso pode ser apresentado em uma linguagem acessível e interativa.

Os jogos que o *blog* apresenta também são um caminho para que os alunos aprendam se divertindo. Por meio de plataformas online como *Scratch* e de produção de cruzadinhas podemos facilmente construir jogos. Quando o aluno se depara com situações problemas para resolver por meio dos jogos, ele busca uma forma de solucionar problemas (GIORDAN et al., 2012). Essa estratégia em que os alunos aprendem por meio dos jogos tem aspectos de uma atividade investigativa, pois com conhecimentos prévios ele tem que resolver, de forma rápida, uma barreira que o jogo propõe. Assim ele aprende com o jogo de uma maneira investigativa e com uma aprendizagem objetiva.

O Preparo para o Estresse Oxidativo (POS) é um conhecimento relativamente novo e pode abranger subtemas, além de fornecer informações de como é produzida a ciência nas universidades. Os estudantes do ensino médio estão distantes das universidades e não sabem como a ciência é produzida. É importante diminuir esse distanciamento para que os alunos possam ter perspectivas de seguir de continuar seus estudos. O assunto POS está diretamente relacionado com o ensino de biologia no ensino médio. Pode ser usado em várias áreas educacionais e não somente em bioquímica. Pode ser inserido em fisiologia, evolução, classificação, zoologia, genética. Os alunos constroem mentalmente aquilo que é passado nas aulas e tentam passar para um modelo mais realista possível. Quando se estuda o Preparo para o Estresse Oxidativo, eles têm uma ideia do real, de como isso acontece na pesquisa e têm uma demonstração de como aquilo pode ser aplicado no mundo real.

Os artigos científicos são um meio importante de divulgação científica entre os pesquisadores de todo o mundo. É por meio das publicações que eles tomam conhecimento do que está sendo pesquisado e do que está sendo estudado no mundo inteiro sobre determinado assunto. Trazer ao aluno uma ferramenta dessas já no ensino médio enriquece o contato do estudante com a ciência (CALDAS, 2011). Por meio da

leitura em uma língua universal, o inglês, os professores podem trabalhar de forma interdisciplinar dentro da escola. A estrutura de um artigo com introdução, materiais e métodos, resultado, discussão e bibliografia, familiariza o aluno com a pesquisa científica. Os levantamentos de hipóteses, erros, acertos e dados demonstram que a pesquisa não é apenas uma caixinha fechada e que a divulgação científica vai muito além do que se vê nos livros e também nas aulas de biologia. O conhecimento pode ser mais amplo e os alunos, com um pouco desse método científico, se tornam pessoas mais ávidas por ciência.

O *blog* com o tema POS foi usado como um meio importante para divulgação e conhecimento da produção da ciência. Tratar os alunos como importantes ouvintes e interessados pelas descobertas científicas pode despertar neles o desejo por ciência, de forma que suas vidas possam ser diferentes e ao despertar uma alma de cientista pode proporcionar maiores conquistas do estudante (CALDAS, 2011). Além disso, tratar de ciências com o uso de um *blog*, de forma diferente e investigativa, pode melhorar a qualidade de ensino de biologia no ensino médio. Acredito que, para facilitar e ajudar a melhorar o nível da educação, tornando-a mais interessante para os alunos e com uma melhor qualidade de ensino, será necessário retirar do ensino médio o gravar, o decorar, o não entender e o porquê de não entender, passando para uma contribuição elaborada e significativa do saber.

Os alunos que participaram do trabalho estudam em uma escola que se encontra em uma área com grande pobreza e marginalização. Muitos alunos chegam à escola sem ter o mínimo para suas necessidades básicas, como a alimentação. Um dos objetivos alcançados com a metodologia de ensino usada foi promover uma nova visão de ensino para esses alunos de biologia. As aulas de biologia estavam sendo lecionadas sem criatividade e de uma forma não investigativa. Os alunos tinham apenas conteúdos para decorar e, no final de cada ciclo de aprendizado, uma prova que testava seus conhecimentos. Esse método arcaico não fazia com que os alunos tivessem um aprendizado significativo do conteúdo.

A escolha da bioquímica como conteúdo didático serviu para desmitificar a ideia de um conteúdo que não está relacionado com a realidade (BOEIRA, 2009). Por meio do

estudo do Preparo para o estresse Oxidativo (POS), onde temos vários exemplos de animais que sobrevivem a ambientes difíceis, inclusive modificando todo seu metabolismo, vimos que esse assunto é aplicável e também se torna muito interessante. Os alunos ficaram muito interessados com o assunto e, com isso, por meio de uma forma diferente, conseguiram entender outros assuntos relacionados à bioquímica como: cadeia transportadora de elétrons, ciclo de Krebs e também via glicolítica, assuntos esses considerados densos para entendimento dos estudantes.

Ao usarmos duas turmas para aplicação da sequência didática conseguimos melhorar o índice de significância dos dados colhidos. A primeira turma apresentou um maior aproveitamento no teste sobre o conteúdo proposto na segunda aplicação do que na primeira aplicação (figura 16A). Tal fato aconteceu demonstrando que uma aula diferente com métodos diferentes impulsiona o aprendizado dos alunos. Todos os estudantes melhoram o nível de aproveitamento da primeira prova para segunda prova.

O estudo com a segunda turma corroborou os dados que obtivemos com a primeira turma. Os alunos aumentaram o aproveitamento de resposta das questões comparado à primeira aplicação (Figura 16B), novamente uma demonstração que uma aula com viés investigativo e que trate o conhecimento que o aluno tem junto com as tecnologias atuais, melhora significativamente o aproveitamento escolar do aluno. A repetição da aplicação da sequência didática desenvolvida nesse estudo, em uma segunda turma, auxiliou para o maior domínio do professor em relação à aplicação, tornando-o mais seguro e conhecedor do caminho a ser trilhado.

Analisando globalmente as duas turmas, notamos uma clara projeção de aumento nos índices de aproveitamento do primeiro para o segundo teste (Figura 17). Quando se analisam as duas turmas, além da clara evidência de que os alunos conseguiram alcançar notas maiores no segundo teste, também notamos um significativo aumento no score de pontuação da média da turma. Essas duas turmas tiveram a mesma aplicação em dias diferentes do ano. Tal fato demonstra que a aplicação do método de aula junto com o *blog* foi eficaz para o aprendizado dos alunos. Esse método poderá ser realizado por professores de outras instituições. Todo o material está disponível na *web*. A sequência

didática desenvolvida nesse trabalho (Anexo A) demonstrou que o professor que a utilizar pode trazer para sua aula um viés investigativo.

A pergunta é algo que move a humanidade na busca de resoluções de problemas que estão ao seu redor. Os cientistas sempre fazem perguntas, que se baseiam nas dúvidas, para levantar hipóteses e, posteriormente, procurar respostas, e isso está na essência humana (BRANCO, 1997). Quando o aluno traz algo de sua experiência de vida para a dinâmica de sala de aula isso pode tornar a aula mais atrativa. Na segunda aula da sequência didática desenvolvida nesse estudo, quando os alunos aplicaram o conhecimento adquirido para fazer perguntas no *facebook* para outros colegas e tentaram responder, eles praticaram algo inerente à prática científica. Eles obtiveram algum conhecimento relacionado ao tema e a partir daí começaram a elaborar hipóteses. Essa interação em que o aluno procura conhecimento e tenta solucionar hipóteses é uma das características de uma aula investigativa.

Na segunda aula da sequência didática, os alunos tiveram como tarefa fazer perguntas e responderem perguntas de um colega, em um canal de comunicação da escola, onde foi postada uma reportagem sobre o tema POS. Ao analisarmos as respostas dos alunos, quando lhes foi solicitado que comentassem, no *facebook* da escola, o conteúdo que estavam estudando, verificamos que houve uma grande integração entre eles, em uma linguagem que geralmente usam e conhecem. As novas tecnologias usadas pela sociedade, como as redes sociais em que os alunos estão inseridos, podem promover discussões no âmbito social, estreitando os laços e fazendo com que a comunicação seja mais rápida. As perguntas e respostas proporcionaram um meio de interação fora do ambiente escolar, discussões e debates entre os estudantes (MOREIRA, et al., 2007).

Em uma das perguntas um dos estudantes questiona “Quais os antioxidantes neutralizam os radicais livres?” Essa pergunta denota que o estudante já tem um senso do conteúdo, já tem uma bagagem para perguntar algo elaborado dentro de um sistema bioquímico. Para que o aluno entenda o POS ele tem que saber alguns conceitos básicos sobre o POS e esse questionamento denota um grau de investigação. Apesar de ser uma dúvida podemos analisar que os estudantes relatam em sua pergunta um questionamento

de antioxidantes, proteínas e também de ação neutralizadora, que pode envolver uma reação bioquímica.

Outro aluno respondeu o questionamento da seguinte forma: “Principais antioxidantes são: GPX Glutathione Peroxidase, Superóxido dismutase SOD, Catalase CAT. São enzimas que o próprio ser vivo produz no seu metabolismo.” Nessa resposta analisamos também que o aluno tem um conteúdo bem elaborado a respeito de enzimas antioxidantes, talvez por ter lido no *blog* ou pela aula expositiva do professor, mas como ele responde a pergunta de uma forma bem elaborada isso indica que ocorreu um aprendizado do conteúdo, pois eles sabem quais enzimas são neutralizadoras dos radicais livres e também sabe que ela é produzida pelo próprio organismo (BOEIRA, 2009).

A leitura e entendimento pelo aluno, de um conteúdo descrito no *blog*, mesmo estando distante do professor, foi necessária para que conseguisse responder o questionamento do colega. Essa busca por informação representa uma emancipação do aluno, que procurou o conteúdo mesmo sem auxílio do professor para responder de uma maneira correta o questionamento.

Um ponto importante foi que a interação entre os alunos, a partir do momento da resposta do colega, transpôs barreiras que existem quando os alunos estão dentro da sala de aula. A discussão passou a ocorrer em um ambiente virtual, onde o momento do aluno é respeitado. Esse momento do aluno, em que ele estuda quando tiver interesse e tempo, pode aperfeiçoar o aprendizado, pois ele não estará cansado e também não se sentirá entediado por outros fatores que ocorrem na sala de aula, como ruídos, alta temperatura, e falta de concentração.

É importante salientar que os alunos tiveram um entendimento fora de sala de aula, mas acredito que a dinâmica de sala de aula também foi importante para a fixação do conteúdo. O *blog* foi produzido pelo professor, isso ajuda na sua intervenção em sala de aula, para ajudar na compreensão de um conteúdo mais complexo adequando-o para um conteúdo mais simples. As respostas dos alunos também ajudaram o professor para que tivesse um conhecimento mais amplo do assunto.

A avaliação feita pelo aplicativo *Plickers* é um método rápido e bem divertido que, além de testar o conhecimento do aluno, também gera dados importantes. Os



resultados dos testes com o aplicativo *Plickers* estão mostrados nas figuras 16 A e 16 B. A obtenção instantânea dos dados fornece um *feedback* ao professor sobre o assunto estudado e quase automaticamente ele consegue ver os resultados e saber onde o aluno está errando mais. Por meio de uma análise ampla dos resultados o professor pode também melhorar sua prática pedagógica (GIORDAN et al., 2012).

O distanciamento entre a universidade e a escola também foi estreitado, pois todo o trabalho foi elaborado com base em artigos científicos relacionados ao POS, o qual é estudado por pesquisadores da Universidade de Brasília. Geralmente, os alunos do ensino médio têm contato com artigos científicos somente quando entram na universidade. A partir do momento em que os alunos se depararam com os artigos científicos podemos supor que houve uma aproximação com a educação de nível superior, pois eles entenderam melhor a linguagem da ciência e como ela acontece no mundo.

Os alunos demonstraram certo grau de dificuldade nas primeiras aulas com o tema “preparo para o estresse oxidativo”. Porém, com a leitura do *blog* eles entenderam melhor o assunto. Isso foi demonstrado pelo aumento no *score* dos alunos nos questionários e também nos comentários dos alunos na avaliação. Pesquisadores brasileiros estudam o POS e o tema foi de fácil entendimento pelos alunos após o apoio do *blog* e de uma leitura direcionada, além das aulas.

Analisando a figura 18B, notamos que 55% dos alunos aprovaram a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula. Sendo assim a sequência didática, do ponto de vista do estudante, foi efetiva, pois envolveu uma didática mais elaborada e voltada para as tecnologias educacionais e distanciou-se da exposição apenas dialogada, apresentando ao aluno uma forma mais efetiva de ensinar.

Segundo BOEIRA, (2009) O material escolar é uma dificuldade nos dias atuais. Os alunos têm acesso a *tablets*, *smartphones* e computadores com internet. Utilizar as mesmas ferramentas de 30 anos atrás, como folhas de papel e quadro negro, é quase uma afronta aos alunos imergidos em um mundo moderno. Quando perguntado aos alunos sobre o material de estudo disponibilizado no *blog*, 55% responderam que era de fácil acesso (figura 18B), sendo assim o material pode ser acessado pela maioria e isso indica que é uma ferramenta eficaz.

O domínio do conteúdo pelo professor é essencial. Um professor bem preparado para a aula e com uma didática diferenciada pode transmitir um conteúdo com excelência ao seu estudante. Quando perguntados se o professor tinha domínio do conteúdo, 94% dos estudantes responderam que era excelente o domínio do professor (figura 18C). As leituras de artigos científicos que foi a base para entendimento do conteúdo contribuíram muito nesse processo. Os artigos são o que há de mais atual no assunto POS e eles podem dar um norte para uma aula didática e exemplificada que podem complementar os mapas bioquímicos e estimular maior interesse pelo conteúdo por parte dos alunos (MOREIRA, et al., 2007).

O aprendizado de um aluno muitas vezes não pode ser medido apenas por avaliações formais. Muitos alunos aprendem de forma diferente e no seu próprio tempo. Na resposta de avaliação da visão do aluno foi perguntando se ele teve um aprendizado utilizando o *blog*, cerca de 69% dos alunos disseram que tiveram uma grande contribuição de aprendizado acessando o *blog* (figura 18D). Isso indica que o *blog* é uma ferramenta útil e voltada para a linguagem do aluno, que proporciona um aprendizado de forma significativa.

Quando o *blog* é atrativo e traz um conteúdo com significado isso interessa às pessoas que estão conectadas na grande rede. O ser humano se interessa por aquilo que é atrativo. O *blog* desenvolvido nesse trabalho traz vídeos, apresentações interativas, jogos e uma linguagem engraçada, mas sem perder o foco do conteúdo e isso interessa ao estudante de uma forma atrativa. Quando perguntado se ele indicaria o *blog* para um amigo 83 % dos estudantes disseram que sim (figura 18E). Essa é uma resposta interessante, pois demonstra um nível de confiança elevado do *blog*, tanto na parte informativa que traz um conteúdo coerente, como na parte didática, pois é uma ferramenta atrativa.

Quando analisamos os dados qualitativos, notamos que os alunos têm um padrão de avaliação importante. Foi solicitado aos alunos que comentassem livremente sobre as aulas e dessem suas opiniões sobre seus aspectos. Nota-se que, quando se fala em bioquímica, muitos alunos têm dificuldade no tema como relatado pela estudante 1. Mas quando se quebra essa barreira, a estudante relatou o seu encantamento pela pesquisa

brasileira e disse que não tinha conhecimento sobre o assunto do POS. A parte de conhecimento e de apresentação de uma nova pesquisa estimulou interesse por parte do aluno, logo o professor conseguiu um dos objetivos que era diminuir o distanciamento entre as universidades e pela fala do aluno conseguiu estreitar esse laço.

O estudante 2 relata que o *blog* é uma ferramenta fácil de adquirir conhecimento. Além da parte didática o *blog* traz uma linguagem mais usual do estudante. Quando a estudante 4 relata sobre o resistente caracol que consegue sobreviver dias sem oxigênio, apresenta uma ferramenta fantástica, que os professores buscam no dia a dia em sala de aula, exemplos que possibilitem relacionar o conteúdo com a realidade. A ciência é incrível e podemos fazer muitas ligações entre a ciência e a realidade que ocorrem fora da sala de aula onde vivem os animais. Por meio de exemplos como o do caracol, que chama a atenção do estudante, podemos sair de um mundo virtual e sem exemplos, para um mundo atrativo que existe na realidade. Isso gera muito interesse nos alunos.

Jogos virtuais foram inseridos no *blog* para aprimorá-lo e para proporcionar uma outra forma de contato com o conteúdo. O estudante 5 relata que os jogos facilitaram o aprendizado. O conteúdo de um artigo com uma linguagem científica densa foi passado para o jogo, e foi uma ferramenta que facilitou o entendimento dos alunos sobre os critérios de classificação de espécies quanto a apresentarem o POS. Os estudantes, por meio do jogo, tiveram a chance de aprender o conteúdo de forma lúdica. Muitos alunos no dia a dia encontram vários jogos não didáticos na internet, assim o jogo é mais uma ferramenta que pode fazer com que o aluno aprenda brincando.

Construir um *blog* é uma metodologia importante de ensino. Se o professor não se qualificar e interagir com as novas mídias ficará ultrapassado. É importante despertar no aluno uma consciência para o que está ao seu redor na sociedade, e abrir seus olhos para que ele busque alternativas e possa ser construtor do seu futuro. O aluno é pesquisador em potencial, basta dar-lhe ferramentas para que encontre o conhecimento. Na sequência didática desenvolvida, o professor deixou de ser o detentor do conhecimento e passou a apresentar aos alunos formas de obter o conhecimento.

As tecnologias educacionais são importantes para o futuro dos estudantes. Conhecer conteúdos que foram gerados por meio de pesquisas brasileiras, como o POS,

é relevante para aproximar os alunos do que acontece nas universidades. Buscar que o aluno tenha pensamento crítico, dentro do ensino de biologia, é importante para formar cidadãos melhores e cientistas brilhantes no futuro.

## 4.2- PERSPECTIVAS FUTURAS

A bioquímica nas escolas ainda é um tópico com o qual alunos têm muita dificuldade. Atrair as tecnologias a um estudo mais amplo com outras disciplinas, ajudando e consolidando o assunto, é importante para minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos. Usar as tecnologias e sequências didáticas para trabalhar outros conteúdos para os quais os professores tenham observado dificuldades no ensino médio. A sequência didática é uma boa opção para os professores que estão com dificuldades didáticas nesse conteúdo no ensino médio.

Na aplicação da sequência didática, os alunos tiveram muita dificuldade, no que se refere à língua inglesa. O ideal para trabalhos futuros é trabalhar conjuntamente com os professores de língua inglesa em uma abordagem multidisciplinar.

Uma alternativa importante é conhecer as novas tecnologias educacionais. Essas tecnologias educacionais são um grande avanço para prender a atenção dos alunos e também dar importância aos conteúdos ensinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M., Soares, A., Figueira, E., Freitas, R., (2018). **Biochemical changes in mussels submitted to different time periods of air exposure.** Environ. Sci. Pollut. Res. 25 (9), 8903–8913.
- AMARAL, A., Sandra, M. Recuero, R. (2009). **Blogs.Com: estudos sobre blogs e comunicação.** Momento Editorial. São Paulo:, 2009.
- BARRO. M. R; J. Q. Ferreira; S. L. Queiroz. (2008). **Blogs: aplicação na educação em Química. Química Nova na Escola.** 30: 10-15.
- BOEIRA, A. F. (2009) **Blogs na educação: Blogando algumas possibilidades pedagógicas.** Revista Tecnologias na Educação. 1:1-10.
- BRANCO, A. U. (1997). **Changing methodologics: A constructivist sludy of goalorientations in social interaccioos.** Psychology and Developing Socielles, 9.35-64.
- BROUWER, M., Brown-Peterson, N.J., Larkin, P., Patel, V., Denslow, N., Manning, S., Brouwer, T.H., (2007). **Molecular and whole animal responses of grass shrimp, Palaemonetes pugio, exposed to chronic hypoxia.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 341, 16–31.
- BOX, A., Sureda, A., Deudero, S., (2009). **Antioxidant response of the bivalve Pinna nobilis colonized by invasive red macroalgae Lophocladia lallemandii.** Comp. Biochem. Physiol. C 149, 456–460.
- CALDAS, M. (2011). **A Integração Curricular das TIC: Estudo de Caso tomando como exemplo a Geometria no Ensino Básico.** (Dissertação de Mestrado), Universidade do Minho, Braga.
- DE ZOYSA, M., Whang, I., Lee, Y., Lee, S., Lee, J.-S., Lee, J., (2009). **Transcriptional analysis of antioxidant and immune defense genes in disk abalone (Haliotis discus discus) during thermal, low-salinity and hypoxic stress.** Comp. Biochem. Physiol. B 154, 387–395.
- ENGLISH, T.E., Storey, K.B., (2003). **Freezing and anoxia stresses induce expression of metallothionein in the foot muscle and hepatopancreas of the marine gastropod Littorina littorea.** J. Exp. Biol. 206, 2517–2524.
- FERREIRA, M.V.R., Alencastro, A.C.R., Hermes-Lima, M., (2003). **Role of antioxidant defenses during estivation and anoxia exposure in the freshwater snail Biomphalaria tenagophila (Orbigny, 1835).** Can. J. Zool. 81, 1239–1248.
- FREIRE, A. M. A; MACHADO, R. L.; OLIVEIRA, I. A. (2000). **A pedagogia da libertação em Paulo Freire.** São Paulo: Unesp.1:1-102

FUJIWARA M, Zhou C, Acres C, Martinez-Andrade F (2016) **Interaction between Penaeid Shrimp and Fish Populations in the Gulf of Mexico: Importance of Shrimp as Forage Species.** PLoS ONE 11(11): e0166479.

GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F. E MASSI, L. (2012) **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: Tendências no ensino de Ciências.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

GIRAUD-BILLOUD, M., Vega, I.A., Tosi, M.E.R., Abud, M.A., Calderon, M.L., Castro-Vazquez, A., (2013). **Antioxidant and molecular chaperone defences during estivation and arousal in the South American apple snail Pomacea canaliculata.** J. Exp. Biol. 216, 614–622.

GOMES, M. J. (2005). **Blogs: um recurso e uma estratégia educativa.** In Actas do VII Simpósio Internacional de Informática Educativa. 1: 305-311.

GÜNTHER, Hartmut.(2006) **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?** Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, v.22, n. 2, p. 201-210, maio/ago. 2006.

HALLIWELL, B., and Gutteridge, J.M.C. (2015) **Free Radicals in Biology and Medicine.** Oxf U P. 5:1-936.

HERMES-LIMA, M., Moreira, D.C., Rivera-Ingraham, G., Giraud-Billoud, M., Genaro-Mattos, T.C., Campos, É.G. (2015) **Preparation for oxidative stress under hypoxia and metabolic depression: revisiting the proposal two decades later.** Free Radic Biol Med. 89:1122–1143.

HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1993). **Antioxidant defenses in the tolerance of freezing and anoxia by garter snakes.** Am J Physiol. 265: 646–652.

HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). **Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail.** Am J Physiol. 268: 1386–1393.

HUDSON, N.J., Lehnert, S.A., Ingham, A.B., Symonds, B., Franklin, C.E., Harper, G.S. (2006) **Lessons from an estivating frog: sparing muscle protein despite starvation and disuse.** Am J Phys. 290: 836–843.

KRASILCHIK, M.(1980). **Inovação no ensino de Ciências.** In: (Org.) Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas. São Paulo : Cortez Editora, p. 164-180.

LOPES, E. S, M. (2010) **O uso de blogs e chats no ensino de literatura. Letras de Hoje.** Porto Alegre, v. 45, n. 2, p. 71-77.

MANTOVANI, A. (2006). Blogs na educação: Construindo novos espaços de autoria na prática pedagógica. Prisma.com Revista de Ciências da Informação e da Comunicação do CETAC .N3. n. 10, p. 102- 112.

- MARIE, B., Genard, B., Rees, J.-F., Zal, F., (2006). **Effect of ambient oxygen concentration on activities of enzymatic antioxidant defences and aerobic metabolism in the hydrothermal vent worm, *Paralvinella grasslei***. *Mar. Biol.* 150, 273–284.
- MOREIRA, Antonio Flavio B.; KRAMER, Sonia. (2007) **Contemporaneidade, educação e tecnologia**. *Educação & Sociedade*, São Paulo, v. 28, n. 100, p. 1037- 1057.
- MOREIRA, D. C. (2017) **Adaptações do metabolismo redox aos extremos ambientais: mecanismo, distribuição e ocorrência do fenômeno de “Preparo para o Estresse Oxidativo”**. Tese (Doutorado) – Departamento de Biologia Celular, Universidade de Brasília. 1: 1-181.
- MOREIRA, D. C. (2017) **Adaptações do metabolismo redox aos extremos ambientais: mecanismo, distribuição e ocorrência do fenômeno de “Preparo para o Estresse Oxidativo”**. Tese (Doutorado) – Departamento de Biologia Celular, Universidade de Brasília. 1: 1-181.
- MOREIRA, D. C., Venancio, L. P. R., Sabino, M. A. C. T., HermesLima, M. (2016) **How widespread is preparation for oxidative stress in the animal kingdom?** *Comp. Biochem Physiol.* 200: 64–78.
- NASCIMENTO, L. e Garcia, L. (2014). **Promovendo o protagonismo juvenil por meio de blogs e outras redes sociais no Ensino de Biologia**. *Cinted-Ufrgs. Novas Tecnologias na Educação*, V. 12 Nº 1.
- POHLMANN, K., Koenigstein, S., Alter, K., Abele, D., Held, C., (2011). **Heat-shock response and antioxidant defense during air exposure in Patagonian shallow-water limpets from different climatic habitats**. *Cell Stress Chaperones* 16, 621–632.
- RIBEIRO, A. C.; SCHONS, C. H. (2008) **A contribuição da Web 2.0 nos sistemas de educação online**. In: 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, Uni=FACEF, Franca. São Paulo.
- RIOS, G. A.; & Mendes, E. G. (2014). **Uso de blogs na educação: Breve panorama da produção científica brasileira na última década**. *Revista Eletrônica de Educação*, 8(2), 160-174.
- RIZZO, A.M., Negroni, M., Altiero, T., Montorfano, G., Corsetto, P., Berselli, P., Berra, B., Guidetti, R., Rebecchi, L. (2010) **Antioxidant defences in hydrated and desiccated states of the tardigrade *Paramacrobiotus richtersi***. *Comp Biochem Physiol.* 156: 115–121.
- RODRIGUES, C. (2008) **O uso de blogs como estratégia motivadora para o ensino de escrita na escola**. 169 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas, SP.



RODRIGUES, C. (2006) **Blogs e a fragmentação do espaço público**. Universidade da Beira Interior. 2006. Portugal.

SALWAY, K.D., Tattersall, G.J., Stuart, J.A., (2010). **Rapid upregulation of heart antioxidante enzymes during arousal from estivation in the Giant African snail (*Achatina fulica*)**. *Comp. Biochem. Physiol. A* 157, 229–236.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P.(2008) **Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352.

SAVISCK, I.C. (2013) **O ensino da matemática no ensino médio com o uso de blogs**. *Revista Científica Fazer*, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1.

SILVA, S. P.; PESSANHA, A. P. B.(2012) **A produção textual e as novas tecnologias: o uso de blogs para a escrita colaborativa**. Rio de Janeiro: *Revista Escrita*, p. 01 – 14, nº 15.

SIMÕES, A. P. (2011) **Bioquímica no livro didático de ensino médio: um distanciamento da realidade do aluno?** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

SOUZA, L. J. B.(2015) **A aprendizagem cooperativa e o uso do blog como ferramenta pedagógica no ensino e na aprendizagem de biologia: um estudo de caso**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SUN, S., Xuan, F., Fu, H., Zhu, J., Ge, X., Gu, Z. (2015) **Transcriptomic and histological analysis of hepatopancreas, muscle and gill tissues of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) in response to chronic hypoxia**. *BMC Genomics* 16: 843-851.

TEIXEIRA, T., Diniz, M., Calado, R., Rosa, R., (2013). **Coral physiological adaptations to air exposure: heat shock and oxidative stress responses in *Veretillum cynomorium***. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 439, 35–41.

VOSLOO, A., Laas, A., Vosloo, D., (2013). **Differential responses of juvenile and adult South African abalone (*Haliotis midae* Linnaeus) to low and high oxygen levels**. *Comp. Biochem. Physiol. A* 164, 192–199.

VOSLOO, D., van Rensburg, L., Vosloo, A., (2013). **Oxidative stress in abalone: the role of temperature, oxygen and L-proline supplementation**. *Aquaculture* 416-417, 265–271.

VILLNÄS, A., Norkko, A., & Lehtonen, K. K. (2019). **Multi-level responses of *Macoma balthica* to recurring hypoxic disturbance.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 510, 64–72.

WEIHE, E., Kriews, M., Abele, D., (2010). **Differences in heavy metal concentrations and in the response of the antioxidant system to hypoxia and air exposure in the Antarctic limpet *Nacella concinna*.** *Mar. Environ. Res.* 69, 127–135.

WELKER, A.F., (2009). **Efeito da flutuação da disponibilidade de oxigênio e da privação alimentar sobre o metabolismo de radicais livres** (PhD thesis) Universidade de São Paulo.



## ANEXO A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Mestrado Profissional em ensino de Biologia- PROFBIO



Mestrando: Francisco Gadelha Araujo Martins

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> : Élide G Campos

### O POS (PREPARO PARA O ESTRESSE OXIDATIVO) NO ENSINO MÉDIO: UMA FORMA DE FACILITAR AS AULAS DE BIOQUÍMICA

#### 1- IDENTIFICAÇÃO

**TURMA:** 3º ANO DO ENSINO MÉDIO - SUGESTÃO (40 ALUNOS)

**DISCIPLINA:** Biologia

**PROFESSOR:** Francisco Gadelha Araújo Martins

**SEGMENTO:** ENSINO MÉDIO

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

#### 2- RESUMO

Essa sequência didática é dividida em quatro aulas de 50 minutos. As duas primeiras aulas devem ser desenvolvidas com apresentação e explicação do conteúdo em forma de slides. Nessas aulas devem ser colocadas informações que permitam que os alunos entendam os mecanismos bioquímicos básicos, como via glicolítica, ciclo de Krebs, fermentação e respiração e formação de espécies reativas de oxigênio na cadeia transportadora de elétrons e o papel dos antioxidantes. A problematização do conhecimento deve ser enfatizada de forma que o aluno pesquise sobre o assunto, mas com subsídio para conseguir efetuar sua pesquisa. Nas duas últimas aulas os alunos devem explorar o blog sobre o POS. Os alunos devem acessar o blog no laboratório de informática da escola ou em um ambiente com acesso a internet, computadores ou tablets.

### 3- OBJETIVO GERAL

- ✓ Entender os principais conceitos relacionados ao POS (Preparo para o estresse oxidativo) bem como sua relação com as principais vias bioquímicas.

#### 3.1-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Fazer com que o aluno conheça os conhecimentos de forma crítica através da análise do blog.
- ✓ Entender o que é o fenômeno “Preparo para o Estresse Oxidativo” (POS).
- ✓ Saber como é feito os estudos científicos nas Universidades.
- ✓ Conhecer através do blog o que é cadeia transportadora de elétrons, via glicolítica e ciclo de Krebs.

### 4- CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

A avaliação consistirá em um teste com 10 questões que será feito pelo aplicativo *Plickers*. O aluno também terá um questionário via *Google Formulários* para avaliação, em forma de *feedback*, das aulas ministradas pelo professor. A avaliação não deve se limitar a testes ou parâmetros formais, mas também, durante todas as aulas, deve ser feita por meio de observações, perguntas ou depoimentos dos alunos.

### 5- METODOLOGIA

#### Aula 01

Apresentação do projeto para os alunos, e também da bibliografia da aula e dos métodos de avaliação. Essa deve ser uma Aula expositiva com slides interativos. Os slides podem ser criados usando programas encontrados nos seguintes sites:

a. Mentimeter

<https://www.mentimeter.com><https://www.mentimeter.com/s/d73a030120267694ee5adff7566d49c2/bd106df7e4fa/edit>).

b. Power point files in Google slides

[https://drive.google.com/file/d/1ChisooHneBgfyvkgWsl6iSMRIh08JPzJ/view?usp=shari](https://drive.google.com/file/d/1ChisooHneBgfyvkgWsl6iSMRIh08JPzJ/view?usp=sharing)

[ng](#)

Os *slides* criados no site *mentimeter.com* proporcionam ao aluno uma interação na hora da apresentação do conteúdo. Eles podem interagir respondendo a um *Quiz* ou com respostas simples na hora da apresentação. Podem também curtir ou não curtir cada *slide* e colocar um símbolo de dúvida em tempo real para cada *slide*.

Os conteúdos abordados nos slides devem ser sobre: vias metabólicas (via glicolítica, ciclo de Krebs, fermentação e respiração), produção de energia, teoria do POS, radicais livres, antioxidantes, introdução à divulgação científica em forma de artigo e a estrutura de um artigo científico. O professor, se necessitar de mais tempo, pode adaptar as aulas para sua realidade.

## **Aula 02**

Nessa aula cada um artigo impresso deve ser entregue a cada aluno. Um artigo de sugestão (HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail. *Am J Physiol.* 268: 1386–1393) pode ser encontrado no blog sobre o POS, no endereço a seguir:

<https://drive.google.com/file/d/1ydm9e78hfrGi7Q5NUIREaHfj6Za18Zpl/view?usp=>

Após a leitura de alguns pontos principais do artigo, segue-se uma explicação de como ocorre a produção e divulgação de um artigo científico. As partes do artigo (Introdução, material e métodos, resultados e discussão) devem ser apresentadas, assim como algumas curiosidades relacionadas à pesquisa do POS.

A próxima etapa consiste na aplicação de um teste usando o aplicativo *Plickers* encontrado no endereço a seguir:

<https://get.plickers.com/>

A avaliação funciona da seguinte forma: o professor entrega para cada aluno uma placa com QR-code de forma que, cada lado diferente do quadrado, quando posicionado para cima, indica uma letra relativa às opções de resposta, A,B,C ou D. O professor projeta a questão com as alternativas de resposta e os alunos mostram a placa com sua opção de resposta voltada para cima. As respostas são captadas pela câmera do celular do professor, o que faz com que os resultados apareçam instantaneamente na tela de seu computador.

No endereço a seguir há um pequeno tutorial de como usar o Aplicativo *Plickers*:

-<https://www.youtube.com/watch?v=YXsZ5KGmy2A>)

As perguntas usadas no teste podem ser acessadas por esse link:

-<https://drive.google.com/file/d/1Y-gW4KZ4mkJblntEUDdIDk6d6-oYYPcE/view?usp=sharing>

### Aula 03

Nessa aula, o blog [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com) é apresentado para os alunos, no laboratório de informática. Se no local em que o professor leciona não tiver laboratório, o professor pode pedir aos alunos que acessem o blog do próprio celular ou de *tabletes* conectados à internet.

No *blog* contém:

\*Apresentação geral sobre: Radicais livres, Antioxidantes, Teoria do POS, Estresse Oxidativo, Vias metabólicas.

\*Apresentações sobre os seguintes artigos científicos:

**a)** HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail. *Am J Physiol.* 268: 1386–1393.

**b)** GIRAUD-BILLOUD, M., Vega, I.A., Tosi, M.E.R., Abud, M.A., Calderon, M.L., Castro-Vazquez, A., 2013. **Antioxidant and molecular chaperone defences during estivation and arousal in the South American apple snail *Pomacea canaliculata*.** *J. Exp. Biol.* **216**, 614–622.  
**c)** DE ZOYSA, M., Whang, I., Lee, Y., Lee, S., Lee, J.-S., Lee, J., 2009. Transcriptional analysis of antioxidant and immune defense genes in disk abalone (*Haliotis discus discus*) during thermal, low-salinity and hypoxic stress. *Comp. Biochem. Physiol. B* 154, 387–395.

**d)** POHLMANN, K., Koenigstein, S., Alter, K., Abele, D., Held, C., 2011. Heat-shock response and antioxidant defense during air exposure in Patagonian shallow-water limpets from different climatic habitats. *Cell Stress Chaperones* 16, 621–632.

e) SALWAY, K.D., Tattersall, G.J., Stuart, J.A., 2010. Rapid upregulation of heart antioxidante enzymes during arousal from estivation in the Giant African snail (*Achatina fulica*). *Comp. Biochem. Physiol. A* 157, 229–236.

f) TEIXEIRA, T., Diniz, M., Calado, R., Rosa, R., 2013. Coral physiological adaptations to air exposure: heat shock and oxidative stress responses in *Veretillum cynomorium*. *J. Exp.*

*Mar. Biol. Ecol.* 439, 35–41.

Como tarefa para casa deve ser solicitado aos alunos para acessarem o *Facebook* da escola, onde deve estar disponibilizada uma reportagem sobre o POS, [https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/pioneirismo-brasileiros-descobrem-comoanimais-conseguem-viver-sem-oxigenio-e-se-tornam-referencia-mundial/?fbclid=IwAR2qnPEzym5GiQenUdYBERbnnNbvOAtrfdRDGwKA\\_3UyZoPK8MXxxnvD5H\\_s](https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/pioneirismo-brasileiros-descobrem-comoanimais-conseguem-viver-sem-oxigenio-e-se-tornam-referencia-mundial/?fbclid=IwAR2qnPEzym5GiQenUdYBERbnnNbvOAtrfdRDGwKA_3UyZoPK8MXxxnvD5H_s). Os alunos devem ser orientados a fazerem perguntas e/ou colocar respostas relacionadas ao que é mostrado na reportagem. Nessa etapa os alunos ficarão livres para perguntar, levantar hipóteses e tentar responder as hipóteses dos colegas, praticando, dessa forma, as etapas inerentes à toda pesquisa científica. O caráter investigativo da atividade acontece nessa etapa.

#### **Aula 04**

Essa aula deve ser iniciada com um vídeo no qual pesquisadores da UnB são entrevistados para responderem perguntas sobre o POS. O respectivo vídeo pode ser encontrado no endereço a seguir:

[https://www.youtube.com/watch?v=MYw\\_bYnv4MA](https://www.youtube.com/watch?v=MYw_bYnv4MA)

Essa aula deve ocorrer no laboratório de informática para que os alunos tenham acesso à internet. Depois que os alunos assistirem o vídeo, o(a) professor(a) deve conduzir uma discussão sobre as perguntas, respostas e comentários que os alunos disponibilizaram na rede social facebook. O(A) professor(a) deve então solucionar as dúvidas e realizar uma análise das respostas dos colegas. No momento final da aula, os conteúdos do *blog*, como jogos e ferramentas que nele existe, devem ser apresentados e os estudantes devem ser instigados a acessá-lo. Um segundo teste usando o aplicativo *Plickers* é realizado.

. Aplicação de um teste sobre o conteúdo com aplicativo *Plickers*

(<https://drive.google.com/file/d/1Y-gW4KZ4mkJblntEUDdIDk6d6-oYYPcE/view?usp=sharing>).

Esse teste é apenas um de vários parâmetros que podem ser utilizados durante todo o processo das aulas.

Os alunos irão responder a um questionário que está no blog, sobre as aulas desenvolvidas pelo professor. O endereço do questionário está descrito a seguir:

([https://posinvertebrados.blogspot.com/p/teste\\_8.html](https://posinvertebrados.blogspot.com/p/teste_8.html))

#### 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

DE ZOYSA, M., Whang, I., Lee, Y., Lee, S., Lee, J.-S., Lee, J., 2009. Transcriptional analysis of antioxidant and immune defense genes in disk abalone (*Haliotis discus discus*) during thermal, low-salinity and hypoxic stress. *Comp. Biochem. Physiol. B* 154, 387–395.

GIRAUD-BILLOUD, M., Vega, I.A., Tosi, M.E.R., Abud, M.A., Calderon, M.L., Castro-Vazquez, A., 2013. Antioxidant and molecular chaperone defences during estivation and arousal in the South American apple snail *Pomacea canaliculata*. *J. Exp. Biol.* 216, 614–622. HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail. *Am J Physiol.* 268: 1386–1393.

POHLMANN, K., Koenigstein, S., Alter, K., Abele, D., Held, C., 2011. Heat-shock response and antioxidant defense during air exposure in Patagonian shallow-water limpets from different climatic habitats. *Cell Stress Chaperones* 16, 621–632.

SALWAY, K.D., Tattersall, G.J., Stuart, J.A., 2010. Rapid upregulation of heart antioxidant enzymes during arousal from estivation in the Giant African snail (*Achatina fulica*). *Comp. Biochem. Physiol. A* 157, 229–236.

TEIXEIRA, T., Diniz, M., Calado, R., Rosa, R., 2013. Coral physiological adaptations to air exposure: heat shock and oxidative stress responses in *Veretillum cynomorium*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 439, 35–41.



## **ANEXO B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA VERSÃO ESTENDIDA**

**Universidade de Brasília**

**Instituto de Ciências Biológicas**

**Mestrado Profissional em ensino de Biologia- PROFBIO**

Mestrando: Francisco Gadelha Araujo Martins

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> : Élide G Campos

Secretaria de Estado de Educação Do DF

Diretoria Regional de Ensino de Ceilândia

Centro Educacional 11 – P Norte

### **O POS (PREPARO PARA O ESTRESSE OXIDATIVO) NO ENSINO MÉDIO: UMA FORMA DE FACILITAR AS AULAS DE BIOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO.**

*VERSÃO ESTENDIDA COM DICAS E DEMAIS FUNÇÕES*

AGOSTO/2019

**VERSÃO ESTENDIDA COM DICAS E OUTRAS FUNÇÕES**

#### *Onde usar o blog?*

Essa aula pode ser facilmente aplicada a turmas de 3º ano do ensino médio. As aulas não envolvem apenas o estudo da bioquímica. Pode-se também falar de Ecologia. O local onde os indivíduos estudados habitam são lugares extremos com difícil sobrevivência. Dentro de uma aula de ecologia pode se abordar pontos de sobrevivência em ambientes anóxicos e hipóxicos e como esses animais conseguem sobreviver e um habitat tão complexo. Olhando ainda os conteúdos do ensino médio também podemos abordar o assunto evolução. Como esses animais são adaptados para sobreviver em tal ambiente. No blog há um vídeo da espécie *Nacela* que consegue viver 6 horas fora do ambiente aquático. Como ela consegue isso? Provavelmente tem alguma adaptação para esse evento que você pode encontrar a resposta assistindo o vídeo. No conteúdo de genética, também abordado no terceiro ano do ensino médio, podemos notar que a espécie *Haliothis* expressa dois genes que estão relacionados à defesa imunitária também.

É uma ótima oportunidade para trabalhar a expressão gênica e como o meio ambiente influencia essa expressão nesses animais. Logo a maioria dos conteúdos do terceiro ano são abordados no blog de maneira direta ou indireta.

### O blog

O *blog* é uma página da internet que você pode fazer várias postagens de maneira rápida e simplificada. Os jovens usam cada vez mais essa ferramenta devido a facilidade e o acesso gratuito. Para iniciar seu blog você deve criar uma conta na Plataforma Google. No lado direito da página você encontra um ícone que abre várias funcionalidades do sistema Google. Entre elas esta a criação de Blog nesse endereço você também pode acessar <https://www.blogger.com/>. Para criação de blog você faz postagens que tem basicamente uma caixa de texto em que você coloca um Título, e outra caixa de texto que você pode escrever parágrafos mais longos. Seu texto pode ter figuras, desenhos animações e tudo que você encontra em um editor de texto comum. Após a sua criação você apertar no botão final abaixo das caixas de diálogo e seu texto será publicado na rede. Para que o aluno acesse o seu blog o sistema Google te fornece um endereço que é justamente a parte inicial do seu e-mail antes do @. Você disponibilizando esse endereço seus alunos terão acesso ao conteúdo, colocando esse endereço na barra de procura da internet explore ou do site de busca a qual ele escolher.

O blog abre infinitas possibilidades para que você faça link para outros endereços da internet. Você pode usar outros sites. Dentro do blog [www.posinvertebrados.blogspot.com](http://www.posinvertebrados.blogspot.com) usei outras ferramentas com links que estão descritas abaixo.

### Prezi

O Prezi é um site em que você cria apresentações de forma mais interativa. Ele é gratuito basta apenas você criar uma conta nesse endereço <https://prezi.com/>. Você pode digitar textos ou carregar imagens. Ele fornece uma visão Geral da apresentação em sua capa, como se fosse um panfleto dividido em pequenas figuras. Quando você clica em uma dessas figuras ela dá um Zoom e abre sua parte interna. Se você quiser pode até criar Zoom dentro de Zoom. Quando você passa aquela figura que deu Zoom você pode ir para qualquer outra figura ou finalizá-la. O Prezi trás uma forma divertida, mais didática e ativa de slides em forma de um mapa mental. Ele funciona com movimentos livres e de forma inteligente. Ele facilita a organização do conteúdo

de forma rápida sem interromper o layout inicial. Outro ponto importante e que você navega livremente de um espaço para outro na tela original. Não há necessidade de começar suas apresentações do zero, o próprio site já tem exemplos pré-definidos em que você pode ir alterando o texto ou as imagens clicando duas vezes no modelo em que você abriu para edição.

É uma ótima ferramenta para educação, pois prende a atenção dos alunos de uma forma dinâmica de Zoom e apresentações em movimento.

### Vídeos

Os vídeos são uma ótima oportunidade para uma interação visual e sonora com aluno. O mais importante de um vídeo é uma boa imagem e uma linguagem e fácil acesso em que o aluno seja envolvido. Para produção dos vídeos você pode fazer do seu celular com sua câmera gravando de um local com baixo ruído, e bem iluminado como se estivesse gravando algo pessoal. Porém seu vídeo precisa de uma edição para que você possa depois divulgá-lo. No blog o editor de vídeos usado foi Power Edit que pode ser baixado gratuitamente no seguinte site <https://www.baixaki.com.br/>. Esse editor de vídeo é de fácil manuseio. Você deve carregar o seu vídeo que foi gravado de um celular ou de alguma câmara no botão de importar dentro do programa Power Edit. Lá o seu vídeo estará disponível e então é só arrastar para uma linha do tempo que fica na parte inferior da tela. Nessa linha do tempo há informação de cada segundo do que está passando no seu vídeo editado. Nesse mesma linha do tempo você pode acrescentar imagens, sons, textos e outros vídeos. Também nesse programa existem exemplos de vídeos pré-montados, em que você pode editá-los quadro a quadro colocando um layout de sua preferência. Ao final de sua edição você deve selecionar o botão na aba de arquivos, e salvar o vídeo em formato mp4. Após isso o seu vídeo ficará salvo na pasta que você escolheu dentro dos documentos do seu computador. Agora para divulgar o vídeo você precisa carregá-lo no Youtube. O endereço para acessar essa plataforma de vídeos que fica disponível em um sistema nuvem é a seguinte: <https://www.youtube.com/>. Com uma conta no Google você já tem algum espaço suficiente, então é só clicar em carregar meu vídeo que ele automaticamente carregará e disponibilizará em um link ao final do procedimento de carregamento. Esse link você pode divulgar aos alunos para acessarem e verem o vídeo que você produziu.

### Produção de jogos no site Scratch

No site <https://scratch.mit.edu> você pode criar jogos. Esse site foi desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts, e funciona em forma de programação de blocos. Você pode criar jogos, histórias e animações interativas. Ele é de fácil manuseio, em que você escolhe blocos e esses blocos dão os comandos para tudo que ocorre no jogo. O primeiro passo é criar o cenário, lá você escolhe o layout e os atores, dando comandos de programação, puxando os blocos de forma que eles irão para o espaço branco da tela. Se você dá um comando para que o bloco ator de um gato por fique no centro do cenário, é só arrastar o bloco de movimento para dentro do espaço em branco e o ator no caso o gato ficara nas coordenadas que você indicou no bloco. O mesmo vale para o cenário, para os movimentos do ator, para onde você quer que o gato se meche, e também para os comandos dos jogadores, em qual tecla ele deve apertar para andar, a pontuação que aparecerá se ele fizer algo certo ou errado. O Scratch envolve uma programação de forma mais fácil ao invés de linguagem computacional. Os blocos é que indicam através de informação o que a pessoa que quer criar no jogo. O Scratch é gratuito basta criar uma conta com seus dados. O jogo pode estimular o aluno a interagir e aprender de forma lúdica com o conteúdo. Na Aba de pesquisa você pode procurar jogos que já foram criados e alterar para o formato que você desejar, é só clicar no botão Mix e ai desenvolver o jogo ou usá-lo da forma que mais se aproxima do seu público alvo ou do conteúdo que você esta trabalhando.

#### Produção de Cruzadinha

No site <https://nicecross.herokuapp.com> você pode criar cruzadinhas de modo fácil e prático. Basta criar uma conta gratuita. Quando você acessa o site ele dá opções para você pegar cruzadinhas já feitas de vários temas, basta clicar na aba de busca. Se você quiser criar uma cruzadinha nova, você deve ir à aba de criar palavras cruzadas. Lá abra várias caixas de diálogo em que você deverá colocar um título da sua cruzadinha e a descrição. Após isso você pode colocar a pergunta de um lado da coluna e a resposta do outro lado e ir adicionando ate a quantidade que você queira. Ao final de toda edição você clica no botão gerar cruzadinha. A cruzadinha será gerada e você tem a opção de imprimir. Junto com a cruzadinha gerada o site também cria um link a qual você pode disponibilizar para os seus alunos. Se você esquecer o link é só acessar o site que as palavras cruzadas ficam armazenadas no campo minhas cruzadinhas.

A palavra cruzada é uma forma divertida e também informativa de maneira lúdica em que o aluno se sente desafiado e pode revisar seus conhecimentos.

### Testes no Google formulários

Com uma conta gratuita no Google você pode criar formulários para serem respondidos online. Basta entrar no site <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Nesse link você pode criar a pergunta e definir o tipo de resposta que você deseja. As respostas podem ser de parágrafo curto em que o aluno descreve algo brevemente em forma textual. As respostas podem ser de parágrafos mais longos onde há espaços para textos maiores. Há também respostas de múltipla escolha em que o aluno escolhe uma das alternativas em que você previamente descreveu. A resposta pode ser em caixa de seleção a qual o aluno seleciona a resposta desejada. Existe também resposta em escala linear a qual ele atribui de acordo com a intensidade, desde pouco até muito satisfeito. São vários tipos de formatos de questionamento em que o aluno responde e automaticamente o professor recebe todas as respostas em uma tabela ou gráfico. Pode ser separado ou por grupo de acordo com a escolha que o professor fizer no momento da criação. Quando o professor produz o formulário ele abrirá uma página com um link. Esse link poderá ser disponibilizado para os seus alunos responderem os questionamentos. O formulário Google é uma ferramenta virtual de respostas em que o aluno opina através de escolhas em um formulário digital.

O aluno através de uma linguagem mais tecnológica sente um layout diferente na hora de responder, e o professor tem seu trabalho facilitado na hora de armazenar e receber os dados respondidos pelo aluno.

### Mentimeter

As apresentações em sala de aula muitas vezes são de mão única. O direcionamento é sempre do aluno para o professor. É a mesma utilização do quadro negro, mas agora com imagens e textos projetados em uma tela. O site <https://www.mentimeter.com> promove ao aluno uma interação mais viva em sala de aula, e não apenas direcionada a informação do professor para o aluno. Aqui o professor cria slides interativos. Em que o aluno pode acessar a apresentação do seu celular ou do seu computador. É bem fácil de criar você apenas precisa se cadastrar e a começar a navegar gratuitamente. Você cria as apresentações de acordo com slide que você

quer em forma textual, de parágrafos curtos, parágrafos longos, imagens com legenda, imagens com tópico. O grande avanço do Mentimeter é que os alunos podem interagir durante a apresentação. De acordo com as passagens de slide o aluno pode curtir apertando no ícone Joinha para cima, ou descurtir apertando o ícone joinha para baixo. Ainda há a possibilidade de o aluno que estiver com uma dúvida apertar a interrogação assim irá aparecer diretamente na tela a o ícone de interrogação e o professor poderá interromper a apresentação no momento adequado sem perder sua linha de raciocínio. Outro ponto importante seria a interação por quiz, em que o professor coloca a pergunta no meio da apresentação e em tempo real o aluno através do seu celular ou computador pode escolher uma das alternativas, que já saem automaticamente na apresentação o resultado. Outra interação seria a apresentação por meio de tempestade de ideias em que lançada uma pergunta, os alunos podem digitar no celular, palavras simples e elas aparecem automaticamente na tela da apresentação.

O Mentimeter é uma apresentação de forma rápida e interativa em que o aluno participa e fica atento a aula não é apenas uma transmissão de conhecimento por parte do professor o aluno participa de forma rápida e organizada da apresentação e fica com sua atenção mais voltado para o conteúdo.

#### *Plickers*

O aplicativo *Plickers* é uma maneira de fazer pequenos teste e exames de forma rápida e com dados automaticamente acessíveis pelo professor. Ele é desenvolvido através de um aplicativo que esta disponível para Android e IOS basta você digitar *Plickers* na sua loja de compras. Para montar as questões você pode entra no site <https://get.plickers.com> e criar uma conta é gratuito. Após criar a conta você deve cadastrar previamente seus alunos colocando nome e sobrenome e ao final do cadastro o site fornecerá um numero para cada aluno. Após criar o banco de questões e cadastrar você devera distribuir um cartão com Qr code para cada aluno disponível para impressão no site do *Plickers* na aba impressão de cartões. Você projeta as questões em um slide com quatro alternativas de respostas. Depois de projetado as alternativas o aluno irá escolher uma resposta e levantar a placa de Qrcode com a letra da opção que eles acham correta voltada para cima. Você ira captar com a câmera do seu celular as respostas dos alunos. Automaticamente do lado esquerdo da tela aparecerá grafado em azul o

aluno que já respondeu a questão e o sistema já armazenou e esse aluno pode abaixar o seu cartão. O professor recebe automaticamente no celular as estatísticas de quantos alunos responderam com a questão correta e as incorretas. O professor tem a opção de fazer a impressão dos cartões no próprio site do *Plickers*, como também após todos os alunos responderem as questões imprimir um relatório individual de cada aluno, com as resposta corretas e incorretas e o percentual de aproveitamento de cada aluno.

O *Plickers* traz uma inovação e agilidade nos teste em sala de aula. Ele é rápido e fornece ao professor uma estatística precisa de como os alunos estão errando. Ele pode ser facilmente uma ferramenta que facilita as correções de prova e testes dos professores.

### Facebook

As redes sociais são uma nova tecnologia acessada pelos alunos diariamente. Elas interagem com o publico através de postagens em que você pode facilmente ter acesso a links e também vídeos de forma bem rápida. A rede que colocamos no blog foi o Facebook. Você pode criar uma conta gratuita de modo fácil e rápido se cadastrando no site <https://www.facebook.com>. Após se cadastrar, você fornece seu endereço da página inicial aos alunos. Você pode fazer solicitações para novos amigos ou então aceitar a solicitações de amigos pelo seu endereço. No blog utilizamos o endereço do *Facebook* da escola, que tem vários seguidores, cerca de dois mil. No *Facebook* fizemos uma postagem para os alunos. Na caixa de dialogo publica-se algo para que os outros possam ver. Publicamos um vídeo informativo sobre o POS e também o link para os alunos acessarem o blog. Pedi como dever de casa que nos comentários dessa publicação eles fizessem perguntas e tentassem responder as perguntas dos colegas de modo organizado e inteligente. Na aula seguinte discutimos os principais pontos levantados pelos alunos nas redes sociais.

A atividade na rede social é importante para que o professor entre no mundo do aluno. Nas redes sociais encontramos famosos e outras personalidades da sociedade. Interagir e falar a linguagem do aluno é importante nos dia de hoje.

### BNCC competências e habilidades

A Base nacional Curricular Comum (BNCC) é um conjunto de habilidades e competências que o aluno deve desenvolver no decorrer de sua vida na educação básica comum do Brasil. O documento foi homologado em 14 de dezembro de 2018, e norteia o currículo da educação básica. Ele tem como pressuposto a constituição de 1998 quem indica no Art. 210: “Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais.”

Dentro da BNCC podemos ressaltar a seguinte habilidade:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2017).

Essa habilidade vai de encontro com estudo da bioquímica através da divulgação da ciência. O *blog* juntos com suas aplicações em várias vertentes de tecnologias atuais traz ao aluno um conhecimento da linguagem tecnológica. A aplicação da sequencia didática, como uma situação problema, aonde os alunos se vêm desafiados a interagir com a tecnologia e conhecer aspectos, não só sobre o POS mais também do metabolismo energético e outras vertentes do estudo da Biologia como Fisiologia Animal, Genética e Expressão gênica, através de práticas didáticas lúdicas, como jogos ou através de apresentações interativas e avaliações por aplicativo. Interpretar modelos, conhecer a estrutura de divulgação científica e também organizar um meio em que o aluno possa tirar conclusões de como a ciência é feita no Brasil é uma das Habilidades alcançadas e propostas pela BNCC nessa sequência pedagógica.

*Para entender o POS algumas leituras importantes:*

MOREIRA, D. C., Venancio, L. P. R., Sabino, M. A. C. T., HermesLima, M. (2016) **How widespread is preparation for oxidative stress in the animal kingdom?** Comp. Biochem Physiol. 200: 64–78.



MOREIRA, D. C. (2017) **Adaptações do metabolismo redox aos extremos ambientais: mecanismo, distribuição e ocorrência do fenômeno de “Preparo para o Estresse Oxidativo”**. Tese (Doutorado) – Departamento de Biologia Celular, Universidade de Brasília.1: 1-181.

MOREIRA, D.C., Oliveira, M. F., Liz-Guimarães, L., Diniz-Rojas, N., Campos, É.G., Hermes-Lima, M. (2017) **Current Trends and Research Challenges Regarding Preparation for Oxidative Stress**. *Front Physio*. 8: 702-710. HALLIWELL, B., and Gutteridge, J.M.C. (2015) *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxf U P. 5:1-936.

HERMES-LIMA, M., Moreira, D.C., Rivera-Ingraham, G., Giraud-Billoud, M., Genaro-Mattos, T.C., Campos, É.G. (2015) **Preparation for oxidative stress under hypoxia and metabolic depression: revisiting the proposal two decades later**. *Free Radic Biol Med*. 89: 1122–1143.

HERMES-LIMA, M., and Storey, K. B. (1995). **Antioxidant defenses and metabolic depression in pulmonate land snail**. *Am J Physiol*. 268: 1386–1393.

**ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL**  
**TERMO DE CONCORDÂNCIA DE**  
**INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE**

O Jairton da Silva Câmara do Centro Educacional 11 de Ceilândia está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante no cumprimento da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, na realização do projeto de pesquisa “Abordagem para o aprendizado científico no ensino médio: O fenômeno do preparo para o estresse oxidativo(POS) nos animais como Exemplo da construção do conhecimento”, de responsabilidade do(a) pesquisador(a) Francisco Gadelha Araújo Martins, trata-se de projeto de Mestrado Profissional em ensino de biologia em rede do Instituto de ciências biológicas programa ProfBio, através de provas e aplicação de questionários para avaliar um blog sobre o assunto POS, a partir da aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como instituição proponente do projeto de pesquisa.

O estudo envolve aplicação de uma prova e de um questionário via plataforma google formulário com alunos do Centro Educacional 11 de Ceilândia. Tem duração de um mês, com previsão de início para abril de 2019.

Brasília, 14 de janeiro de 2019.

Diretor responsável do Centro Educacional 11 de Ceilândia:

---

Nome/Assinatura/Carimbo

Pesquisador Responsável pelo protocolo de pesquisa:

---

Nome/ Assinatura

## ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino  
de Biologia em Rede Nacional**



**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas**

### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE*

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é **Francisco Gadelha Araujo Martins e Cássio Moreira Santos**, somos os pesquisadores responsáveis e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assinie ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Centro Educacional 06 de Ceilândia, no telefone (61) 3901-6868, pelo e-mail [kicome2013@gmail.com](mailto:kicome2013@gmail.com) ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (61) 98466-2701.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

### **INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA**

A pesquisa intitula-se: Abordagem para o aprendizado científico no ensino médio: O fenômeno do preparo para o estresse oxidativo (POS) nos animais como Exemplo da construção do conhecimento.

O objetivo deste projeto abordar o estresse oxidativo através de blogs na educação com uma forma de facilitar o conhecimento dos alunos. O projeto será aplicado no Centro Educacional 11 de Ceilândia.

O tempo estimado para a aplicação dos questionários é de vinte minutos e serão aplicados via Google formulário. A prova será aplicada durante as aulas e os alunos terão o tempo de uma hora para responder. Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa e na prova incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder às perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa e na prova as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Você, voluntário, pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas exclusivamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos da escola pública.

---

Nome / assinatura

---

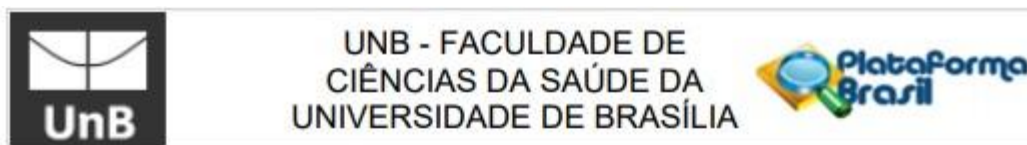
Pesquisador Responsável

Francisco Gadelha Araujo Martins

Cássio Moreira Santos

Brasília- DF, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## ANEXO E – PARECER COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Abordagem para o aprendizado científico no ensino médio: O fenômeno do preparo para o estresse oxidativo (POS) nos animais como Exemplo da construção do conhecimento

**Pesquisador:** Francisco Gadelha

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 07049218.0.0000.0030

**Instituição Proponente:**

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.268.680

#### Apresentação do Projeto:

Segundo os pesquisadores:

"A abordagem do POS para o ensino medio tem como objetivo mostrar a construcao do conhecimento sobre o POS e os avancos do pensamento científico sobre este fenomeno. Nesse trabalho, propomos a construcao de um blog educacional para abordar o fenomeno POS nos animais. Com essa nova ferramenta esperamos alcançar uma funcao didatica mais abrangente sobre a construcao do conhecimento nas aulas de Biologia do Ensino Medio, proporcionando ao aluno conhecer o POS e se aproximar do conhecimento científico construido em Universidades.

A avaliacao da eficacia do Blog como metodologia ativa de ensino e aprendizagem, ocorrera por meio da analise dos resultados individuais e coletivos das provas(Anexo 1) aplicadas em duas turmas da 1a Serie do Ensino Medio. Cada uma das turmas e constituída de 20 alunos com idades medias de 16 anos. A escolha de apenas duas turmas de Ensino Medio esta relacionada a facilidade de testar e comprovar claramente a eficacia do Blog como ferramenta didatica de aprendizagem no Ensino Medio.

Uma das turmas correspondera ao grupo controle, enquanto que a outra turma sera testada. Para isso, serao realizadas aulas expositivas iguais com as duas turmas, seguindo o mesmo plano de aula e utilizando -se as mesmas ferramentas didaticas. Apos a aula expositiva, apenas a turma 2, que representa o grupo teste tera acesso ao blog inicialmente. Nesse momento os alunos serao

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 3.268.690

Motivar o interesse científico dos alunos. Integrar a tecnologia com a prática docente. Construir pontes de ensino aprendizagem significativas para o aluno."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os pesquisadores:

"Riscos:

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder as perguntas da prova, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos estudantes ou professores, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, aplicação de prova e não identificação das notas pelo nome para que seja mantido o anonimato, garantia de que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários e provas no período regular de aula ou trabalho, não sendo necessário tempo extra para respondê-los."

"Benefícios:

O benefício envolvido na execução da pesquisa é contribuir para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos da escola pública."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de projeto de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede do Instituto de Ciências Biológicas (ProfBio), que será executado por Francisco Gadelha sob a orientação da Profa. Dra. Elida G Campos.

A coleta de dados ocorrerá entre abril e maio de 2019 e contará com 40 participantes, sendo estes todos estudantes do 2º ano de Ensino Médio do Centro Educacional 11 de Ceilândia do Distrito Federal. O recrutamento e a coleta acontecerão nas salas de aula em que o pesquisador leciona. Em resposta à pendência apresentada por este CEP, os pesquisadores informam que: "A proposta e convite dos alunos que irão participar da pesquisa serão feitas pelo coordenador pedagógico da escola Centro Educacional 11 de Ceilândia. Essa ação evita com que haja constrangimento, e também para que o aluno não se sinta coagido em participar da pesquisa"

O tempo previsto para a aplicação dos instrumentos de avaliação é de 60 minutos.

O orçamento do projeto, de financiamento próprio, prevê gastos no total de R\$ 9.766,00

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

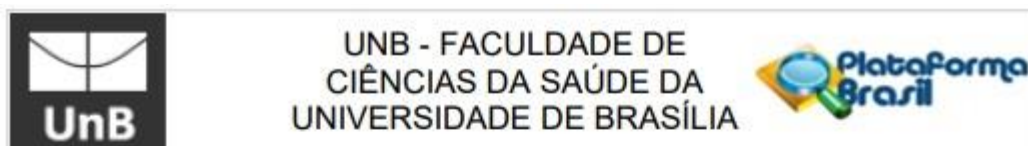
**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.268.680

Outros	currculo_cssio.docx	11:40:55	Francisco Gadelha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEpaisouresponsaveis.doc	11/01/2019 20:48:30	Francisco Gadelha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEalunos.doc	11/01/2019 20:48:00	Francisco Gadelha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_submissao.docx	11/01/2019 20:25:38	Francisco Gadelha	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	11/01/2019 20:24:35	Francisco Gadelha	Aceito
Outros	quest.docx	10/12/2018 11:47:45	Francisco Gadelha	Aceito
Outros	prova.docx	10/12/2018 11:45:11	Francisco Gadelha	Aceito
Orçamento	PLANILHA.docx	10/12/2018 11:44:29	Francisco Gadelha	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASILIA, 16 de Abril de 2019

---

**Assinado por:  
Marie Togashi  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com