

Mestrado Profissional de Biologia-PROFBIO
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Instituto de Ciências Biológicas - ICB

**Gamification: criando uma ferramenta para auxiliar na
aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da
linguagem computacional do Scratch**

AUTORA: PRISCILA ALVES DOS SANTOS

Belo Horizonte,

2020

AUTORA: PRISCILA ALVES DOS SANTOS

**Gamification: criando uma ferramenta para auxiliar na
aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da
linguagem computacional do Scratch**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Macroprojeto 12: Produção e avaliação de recursos
didático-pedagógicos para o ensino de Biologia

Professor Orientador Paulo Sérgio Lacerda Beirão.

Belo Horizonte,

2020

043 Santos, Priscila Alves dos.
Gamification: criando uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da linguagem computacional do Scratch [manuscrito] / Priscila Alves dos Santos. - 2020.
100 f. : il. ; 29,5 cm.

Professor Orientador: Paulo Sérgio Lacerda Beirão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Aprendizagem. 3. Ensino Fundamental e Médio. 4. Motivação. 5. Tecnologia. I. Beirão, Paulo Sérgio Lacerda. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE PRISCILA ALVES DOS SANTOS	Defesa No. 17 entrada 2º/2018
--	--------------------------------------

No dia 28 de outubro, de 2020, às 14:00 horas, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Google Meet, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: “**Gamification: criando uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da linguagem computacional do Scratch**”, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, o **Dr. Paulo Sérgio Lacerda Beirão**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)
Dr. Paulo Sérgio Lacerda Beirão	UFMG	Aprovada
Dra Janice Henriques da Silva Amaral	UFMG	Aprovada
Dra. Elaine Aparecida Guimarães	SEE/MG	Aprovada

Pelas indicações, a candidata foi considerada: Aprovada

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, à candidata, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

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

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 28 de outubro de 2020.

Dr. Paulo Sérgio Lacerda Beirão _____

Dra Janice Henriques da Silva Amaral _____

Dra. Elaine Aparecida Guimarães _____

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.



Relato da Mestranda - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Mestranda: Priscila Alves dos Santos

Título do TCM: Gamification: criando uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da linguagem computacional do Scratch

Data da defesa: 28 de outubro de 2020

Prezados, eis aqui um breve relato sobre a minha inserção no PROFBIO e o quão significativa essa qualificação tornou-se às minhas atividades docentes.

Início o meu relato comentando a respeito da origem da minha inserção na carreira docente, aos 19 anos em uma escola pública de periferia localizada em Sete Lagoas (Minas Gerais).

Nasci em Sete Lagoas, contudo cresci em Morada Nova de Minas (uma cidadezinha que apresenta um total aproximado de 9 mil habitantes), nunca imaginei conseguir cursar algum curso de nível superior; porém, sonhava em cursar Ciências Biológicas, me especializar em genética e posteriormente, cursar medicina.

Aos 17 anos, retornei à minha cidade natal e com a abertura do curso de Ciências Biológicas na universidade local, me senti obrigada a realizar o processo seletivo. Acabei conseguindo uma boa pontuação e iniciei a minha vida acadêmica, durante todo o curso fui bolsista e exerci atividades de monitoria. Contudo, apesar de ter um bom desconto na mensalidade necessitava de alguma atividade para completar o pagamento das minhas mensalidades, e justamente devido ao problema acabei começando a minha carreira como docente.

A princípio, não era o meu objetivo atuar como professora, almejava seguir carreira como pesquisadora; porém, após iniciar a minha atividade docente passei a não me ver em outra função, houve uma paixão avassaladora por mim em relação a ela, ensinar um pouco do que sei sobre biologia a jovens distintos, passou a ser extasiante.

Entretanto, ao iniciar a minha carreira como educadora, acabava reproduzindo as mesmas técnicas utilizadas por meus mestres ao longo da minha vida estudantil. Tinha em mente que para ser uma boa professora, teria que ser ríspida, que a disciplina de meus educandos era uma obrigação, e que os frutos do meu trabalho árduo gerariam uma aprovação dos meus alunos em algum processo seletivo. Mal sabia o quão estava errada...

Devido a competitividade profissional, acabei optando por realizar uma pós-graduação voltada para o ensino de ciências na Universidade Federal de Minas Gerais, no decorrer do curso comecei a notar algumas práticas que poderiam interferir no processo de aprendizagem dos meus alunos e de certa forma isso ajudou muito a minha vida profissional. Justamente por isso, fui convidada a lecionar em uma instituição privada; porém, ao iniciar as minhas atividades nessa nova instituição, percebi que a minha prática docente estava defasada, senti-me frustrada e incapaz.

Entretanto, devido a estímulos do diretor da escola e também do orientador, comecei a buscar novas formas de aprendizagens para me aperfeiçoar. Essas pessoas inclusive, permitiram que eu pudesse enxergar o meu potencial com ser humano e como profissional. Por isso, comecei a me sentir preparada a tentar prosseguir os meus estudos. A priori almejava um curso que não fosse completamente voltado ao ensino de forma genérica, buscava uma capacitação específica, mas, após algumas pesquisas vi que um curso voltado ao ensino de biologia (o PROFBIO) e em seu segundo processo seletivo consegui estar dentro das 50 vagas oferecidas pelo curso.

Ao ingressar no PROFBIO estava cheia de sonhos, esperanças e expectativas, todas as minhas segundas-feiras no decorrer de praticamente dois anos estavam reservadas aos meus estudos. No decorrer de cada aula, vislumbrava novas práticas que poderiam complementar as minhas atividades como docente. Também foi muito importante conhecer pessoas que partilhavam os mesmos objetivos, as mesmas angústias e anseios que eu.

Viajar todas as segundas-feiras, e sair da minha casa bem cedinho de ônibus ou mesmo dirigindo até a UFMG, por mais desgastante que pudesse ser, fazia com que as minhas perspectivas de que poderia inovar, melhorar e contribuir de alguma forma para uma alteração no processo de ensino se inovassem. Existia também um certo acanhamento da minha parte por ter de sair uns minutos mais cedo da última aula, para não pegar os engarrafamentos e também, para que eu conseguisse chegar a

tempo das minhas aulas que possuía no noturno, mas esses desafios, nos fazem valorizar cada oportunidade e obstáculos enfrentados.

Ao longo do curso, automaticamente, comecei a transformar a minha prática docente e passei a enxergar o ensino de uma forma diferente. Ainda não sou uma educadora perfeita, mas, me considero melhor. Graças ao mestrado, percebo que a minha atividade acadêmica ainda está no início de seu percurso, e consegui notar que a inovação profissional deve ser uma constante infundável. Percebi que estou simplesmente introduzindo uma pequena vírgula em uma imensa história que está sendo escrita.

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os mestrandos que tiveram seus sonhos interrompidos graças a Covid-19; em especial, meu colega de curso, Rodrigo Braga.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente e por me proporcionar esta nova conquista.

Ao meu noivo Gabriel, agradeço pela sua paciência, por sempre me instigar a ser melhor, por seu apoio e carinho.

Ao meu orientador Dr. Beirão, sou grata por dedicar parte de seu tempo para que pudesse disponibilizar as suas considerações, para que este trabalho fosse consolidado.

Aos meus alunos, por me inspirarem diariamente.

Aos senhores Fernando Campos e José Geraldo, por acreditarem em meu potencial e pelo incentivo em dar continuidade aos meus estudos.

A Fabíola (secretária do PROFBIO), agradeço pela sua dedicação e por seu suporte em relação a cada mestrando.

Aos membros da banca, por disponibilizarem parte do seu tempo a apresentação deste trabalho, e também por suas contribuições deixadas em prol da melhoria do mesmo.

Aos meus colegas de mestrado, sou grata pelo companheirismo partilhado nestes dois anos de curso.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento desse trabalho, deixo aqui os meus agradecimentos.

Muito obrigada!!!

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram”. (Jean Piaget)

RESUMO

O currículo educacional nem sempre apresentou a estrutura contemporânea, pois, disciplinas vinculadas ao ensino de linguagem e à matemática eram priorizadas. Contudo, após transformações no cenário histórico-cultural houve a necessidade de implantar vertentes distintas na educação básica; dentre elas, estavam as disciplinas vinculadas às ciências da natureza (a química, a física e a biologia). Somente após um tempo expressivo dessa alteração curricular, é que houve um certo destaque em se introduzir assuntos correlacionados à bioquímica - uma ciência que possui um grande destaque na comunidade científica e apresenta inúmeras temáticas de grande relevância não só para o público citado, mas também, os indivíduos como um todo. Entretanto, existe um problema associado ao estudo deste componente quando está presente na grade curricular de inúmeros cursos de graduação: o índice insatisfatório de aproveitamento por parte dos estudantes. Inúmeros estudos indicam que a origem do problema citado está na educação básica, pois fundamentos da disciplina geralmente estão atrelados a vários termos complexos e abstratos para o educando, e isso acabaria agindo como um dificultador do processo educacional. Um ponto significativo dessa ciência é a respiração celular, uma atividade metabólica primordial para a sobrevivência de todos os seres vivos. Por isso, este estudo teve como objetivo realizar uma pesquisa explanatória sobre a relevância da abordagem da temática ao longo do ensino médio, por meio de uma análise sistemática na literatura, nas últimas edições do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), no conteúdo disponibilizado em alguns livros didáticos de biologia (aprovados pelo PNDL de 2018), por fim, houve uma investigação com o intuito de adquirir informações sobre ferramentas práticas para a criação de games digitais. Ao fazer isso, observou-se que a presença de temas de grande relevância da bioquímica em edições distintas do ENEM, e os livros didáticos pesquisados apresentam conteúdos que estão correlacionados aos tópicos mais cobrados no exame em questão. Assim sendo, os dados adquiridos foram usados para a construção de um jogo através da plataforma digital do Scratch, e alguns fatos importantes para a efetivação da respiração celular foram ilustrados com o intuito de aproximar o objeto de estudo do educando, fazendo com que ele possa atuar como protagonista no processo de ensino. Sendo que os fatos expostos são essenciais para intervir no grau motivacional e na significância do tema para o universo estudantil. Após a construção do produto digital houve a elaboração de um

manual destinado a todos que tivessem interesse em utilizar o recurso como uma ferramenta de estudo/trabalho. A partir disso, espera-se contribuir com a melhoria no ensino de bioquímica na educação básica e que a ferramenta criada auxilie no letramento científico e na construção de uma aprendizagem efetiva.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizagem significativa; educação básica; ensino de biologia; ludicidade; motivação; tecnologia.

ABSTRACT

The educational curriculum didn't always present the structure contemporary, as subjects linked to the teaching of language and mathematics were prioritized. However, after changes in the historical-cultural scenario, there was a need to implement different aspects in basic education; among them were the disciplines linked to the natural sciences: chemistry, physics and biology. Only after an expressive period of this curricular alteration was there a certain prominence in introducing subjects related to biochemistry - a science that has a great prominence in the scientific community and presents numerous themes of great relevance not only for the mentioned public, but also, the individuals as a whole. However, there is a problem associated with the study of this component when it is present in the curriculum of numerous undergraduate courses: the unsatisfactory rate of achievement by students. Numerous studies indicate that the origin of the aforementioned problem lies in basic education, as the fundamentals of the discipline are usually linked to several complex and abstract terms for the student, and this would end up acting as a hindrance to the educational process. A significant point of this science is cellular respiration, a fundamental metabolic activity for the survival of all living beings. For this reason, this study aimed to carry out an explanatory research on the relevance of the theme approach throughout high school, through a systematic analysis in the literature, in the latest editions of ENEM (National High School Exam), in the content provided in some biology textbooks (approved by the PNDL 2018), finally, there was an investigation with the purpose of acquiring information on practical tools for the creation of digital games. In doing so, it was observed that the presence of themes of great relevance of biochemistry in different editions of ENEM, and the textbooks surveyed present contents that are correlated to the topics most charged in the exam in question. Therefore, the acquired data were used to build a game through the Scratch digital platform, and some important facts for the effectiveness of cellular respiration were illustrated in order to bring the object of study closer to the student, making it possible to act as a protagonist in the teaching process. Since the facts exposed are essential to intervene in the motivational level and in the significance of the theme for the student universe. After the construction of the digital product, a manual was created for everyone interested in using the resource as a study / work tool. From this, it's

expected to contribute to the improvement in the teaching of biochemistry in basic education and that the created tool helps in scientific literacy and in the construction of effective learning.

KEYWORDS: meaningful learning; basic education; biology teaching; playfulness; motivation; technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ambiente de trabalho do Scratch.....	46
Figura 2: Ciclo necessário para a criação de jogos.....	46
Figura 3: Questão de Ciências da Natureza do ENEM de 2009.....	49
Figura 4: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2013.....	50
Figura 5: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2012.....	51
Figura 6: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2016.....	51
Figura 7: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2010.....	52
Figura 8: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2010.....	53
Figura 9: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2010.....	53
Figura 10: Questão de Ciências da Natureza do ENEM DE 2016.....	54
Figura 11: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019.....	54
Figura 12: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2015.....	55
Figura 13: Texto de uma questão de Ciências da Natureza do ENEM de 2016.....	56
Figura 14: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2018.....	56
Figura 15: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2018.....	57
Figura 16: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019.....	57
Figura 17: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019.....	58
Figura 18: Área de trabalho para a criação de Sprites.....	61
Figura 19: Página do projeto.....	64
Figura 20: Frame de iniciação do jogo.....	64
Figura 21: Primeira fase do jogo.....	65
Figura 22: Segunda fase do jogo: Ciclo de Krebs.....	66
Figura 23: Terceira etapa do jogo: Cadeia respiratória.....	67
Figura 24: Última tela do jogo.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Formas de linguagem existentes nos livros didáticos analisados.....59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Personagens encontrados ao longo da primeira fase do jogo.....	62
Quadro 2: Sprites da segunda fase do jogo.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de questões de bioquímica disponíveis nas edições do ENEM de 2019.....	49
---	----

LISTA DE SIGLAS

APPS - Aplicativos

ATP – Trifosfato de adenosina

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FNDE – Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MEC- Ministério da educação

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais

PISA- Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PNDL- Programa Nacional do Livro Didático

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1. Um breve histórico do contexto educacional	27
2.2. O ensino médio e a organização do currículo de biologia	29
2.3. A alfabetização científica	30
2.4. O ensino de bioquímica na educação básica	31
2.5. Aprendizagem significativa e o ensino lúdico	35
2.6. Gamificação como ferramenta de ensino	39
3. OBJETIVOS	41
3.1. Objetivo geral:	41
3.2. Objetivos específicos:	41
4. MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1. Análise das questões de Bioquímica das últimas avaliações de Ciências da Natureza do ENEM	42
4.2. Análise de livros didáticos	43
4.3. Critérios para a escolha de uma ferramenta para gamificação	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1. Dados obtidos a partir da análise das questões de Bioquímica das últimas avaliações de Ciências da Natureza do ENEM	48
5.2. Resultados da análise de livros didáticos	58
5.3. Criação de um recurso pedagógico a partir da gamificação do Scratch	61
7. CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICES	87

1. INTRODUÇÃO

A crítica de que o sistema educacional brasileiro é deficitário em diversos aspectos perdura há muito tempo, e a adoção de estratégias de ensino tradicionalistas (que inibem a criatividade do educando e limitam o seu pensamento crítico), podem contribuir para o problema (NEVES, 2016). Diante disso, os estudantes simplesmente têm reproduzido conceitos prontos; sobretudo, a atividade educacional, apresenta uma finalidade muito mais abrangente: permitir que eles sejam capazes de refletir sobre o seu papel na sociedade e exercer a sua função como cidadãos (MACHADO & MEIRELLES, 2020).

Então, com o intuito de avaliar o desempenho dos discentes brasileiros do ensino médio, houve a implantação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e os participantes tinham a opção de não o fazer (já que é uma avaliação de caráter opcional). Graças aos seus resultados são elaboradas políticas e programas que valorizam às ações educativas (LIMA *et al*, 2019).

Desde 2006, o ENEM possui um grande impacto na vida estudantil, pois, passou a ser uma das principais vias de acesso a quaisquer cursos de graduação de inúmeras universidades do país, mas, cabe ressaltar que os conhecimentos da educação básica devem ir além dos objetivos propostos pelo exame (SANTIAGO *et al*, 2020).

Muito se tem discutido sobre os resultados das últimas avaliações das provas atrelados às Ciências da Natureza do ENEM, que é composta por três áreas de estudo: química, física e biologia. Nelas há aplicações de situações vinculadas ao letramento científico, uma característica fundamental que deveria pertencer às sapiências de um cidadão; pois, a partir da mesma, um indivíduo poderia refletir sobre inúmeros eventos que o circundam, e talvez, exercer o seu papel como agente transformador (HYPOLITO & JORGE, 2020).

Um dos componentes fundamentais das avaliações de Ciências da Natureza é a bioquímica, que consiste numa ciência vinculada a atividades essenciais para o funcionamento celular (SILVA & SOUZA, 2019). Atualmente é um segmento que tem contribuído de forma significativa com a biologia celular, fisiologia, imunologia, microbiologia e demais áreas de estudo (RODWELL *et al*, 2017). Inclusive, é um dos

componentes da grade curricular da educação básica, sendo comum de ser abordada no ensino médio e mais difundida nas disciplinas Química e Biologia, que usam fundamentos básicos complementares e essenciais para a formação do discente (SOLNER *et al*, 2019).

Segundo Pedrancini *et al* (2007) e Baêta & Hornink (2019), os alunos da educação básica apresentam dificuldade em compreender conceitos vinculados aos fenômenos que ocorrem a nível molecular. Como hipótese para explicar o fato citado, pode-se mencionar que como interações moleculares complexas podem não ser facilmente assimiladas pelo mesmo; ademais, a conduta e a ferramenta de ensino utilizadas pelo docente, podem intervir no distanciamento entre o estudante e seu objeto de estudo, atuando como dificultadores no processo de ensino.

O tema metabolismo energético é um dos muitos assuntos atrelados à bioquímica, ao esmiuçar um pouco mais a temática, pode-se mencionar que a respiração celular se relaciona à temática e em tese há diversas terminologias específicas ligadas às vias metabólicas, difíceis de ser entendidas pelo educando (BAÊTA & HORNINK, 2019). Nem por isso, deve-se omitir ou mesmo excluir esse assunto do conteúdo e nem do currículo escolar, já que ele é primordial para que os estudantes reconheçam a importância de processos essenciais para a sobrevivência dos seres vivos em geral (FURTADO & RISSOLI, 2019).

Além do mais, há uma grande quantidade de inovações científicas vinculadas a bioquímica publicadas atualmente, e para entender todo o processo relacionado a isso, é essencial que o educando consiga compreender a importância do método científico, já que ele é a base de qualquer resolução de problema, e também, consiste num dos objetivos das Ciências da Natureza na educação básica (BNCC, 2018; FURTADO & RISSOLI, 2019). Inclusive, os conceitos fundamentais dessa ciência estão atrelados a habilidades de grande valia para os cursos de graduação, embora haja um certo destaque negativo em relação ao desempenho de calouros na disciplina, problema atribuído ao fato de haver um grande número de reprovados e evadidos nos cursos de nível superior (ALMEIDA & RAMOS, 2020). Talvez devido ao exposto, exista uma grande quantidade de estudos buscando novas estratégias de ensino associadas à bioquímica no que tange os cursos de graduação. Embora sejam raras as pesquisas de mesmo cunho direcionadas à educação básica, contradizendo o fato de que a origem do problema, possivelmente está no ensino de bioquímica nesse segmento de ensino (FURTADO & RISSOLI, 2019).

Como estratégia para a resolução do problema tem-se a adoção de métodos de ensino que incentivem a aprendizagem significativa, e uma opção relevante para esse feito seria a gamificação associada a informatização escolar (FERNANDES & RIBEIRO, 2018). Em vista disso, esse estudo teve como principal objetivo realizar uma pesquisa explanatória sobre a relevância de se abordar o tema respiração celular ao longo do ensino médio, por meio de uma análise sistemática na literatura nas últimas edições do ENEM, no conteúdo disponibilizado nos livros didáticos de biologia (aprovados pelo PNDL de 2018), e os dados obtidos foram cruciais para a construção de uma ferramenta pedagógica, por meio da criação de uma gamificação digital.

A ideia de realizar a atividade descrita partiu do pressuposto de que ensinar o tema respiração celular ao longo da educação básica seja um grande desafio aos docentes (uma vez que os eventos associados ao tema ocorrem a nível molecular), e que a tarefa aproximar o educando do seu objeto de estudo pode estar sendo uma tarefa árdua vivenciada por inúmeros educadores. Pressupõe-se que um simulador digital enriqueça o processo de ensino, uma vez que a utilização de recursos tecnológicos está cada dia mais presente na realidade dos mesmos (BAÊTA & HORNINK, 2019). Também houve a pressuposição de que a adoção da ludicidade digital poderia interferir na motivação dos estudantes, já que ela pode ser uma importante aliada no processo de ensino (BACICH & MORAN, 2018); pois, quando nos deparamos com atividades que não aguçam a nossa curiosidade, acabamos rotulando-as como chatas e tendemos a ignorar a relevância dos conceitos associados aos temas estudados, conseguir elaborar estratégias que instiguem a curiosidade de um discente é fundamental para que o mesmo tenha interesse em aprender (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017).

Assim sendo, o recurso digital foi criado com a intenção auxiliar no processo de ensino, permitindo que estudantes consigam questionar-se: Como é possível comprovar o consumo de oxigênio e/ou a liberação de gás carbônico durante os processos respiratórios? E quais componentes podem interferir na execução desse processo metabólico? Além disso, também buscou-se a valorização da tecnologia como ferramenta didática.

Essa pesquisa, permitirá que professores de redes distintas de ensino, consigam inovar as suas aulas, por meio da utilização do recurso criado, e também, através das dicas disponibilizadas no manual do usuário sobre o produto deste estudo. Assim, espera-se que os estudantes consigam realizar uma melhor associação do

conteúdo de Bioquímica, e também, anseia-se por fazer uma análise ampla dos principais desafios da docência na atualidade, contribuindo de forma significativa para a melhoria do ensino brasileiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Um breve histórico do contexto educacional

O modelo escolar adotado no Brasil relaciona-se não só a história nacional, mas também à mundial e desde os primórdios, o ensino é centralizado a um pequeno grupo de indivíduos. Somente após a introdução da democratização para a escolha de nossos dirigentes houve a necessidade de instigar o processo educacional e ampliá-lo a um número significativo de indivíduos. Justamente por isso, deu-se a implantação das escolas no território brasileiro, com um cunho político e todo o seu currículo voltado às necessidades da época (SAVIANI, 2013; SAVIANI, 2017).

A priori, o currículo escolar era direcionado ao estudo de linguagens e também de matemática (DUSO *et al*, 2013). Após a Guerra Fria, as ciências químicas, físicas e biológicas foram supervalorizadas, e o ensino de Ciências da natureza foi solidificado (KRASILCHIK, 2000; WALDHELM, 2007). Então, ocorreu o incentivo da implantação de uma pedagogia que instigasse o desenvolvimento da racionalidade do educando (BIZZO, 2009). Posteriormente, houve a criação da Lei 4024/61 – Diretrizes e Bases (LDB) e logo, o reconhecimento da significância do ensino de Biologia na aquisição de criticidade através do desenvolvimento do método científico (KRASILCHIK, 2000).

Conseqüentemente, surge a necessidade de aulas práticas no ensino de ciências, e o laboratório passa a ser considerado um motivador da aprendizagem por estimular habilidades técnicas, auxiliar na fixação de conhecimentos sobre fenômenos e fatos (DUSO *et al*, 2013). Os conhecimentos biológicos acabaram sendo direcionados a discussões sobre ciências, tecnologia e sociedade (KRASILCHIK, 2000; DUSO *et al*, 2013). Em suma, pode-se afirmar que de certa forma, as reformas educacionais são conseqüências do cenário contemporâneo e os problemas educacionais acabaram se tornando a preocupações a nível mundial (KRASILCHIK, 2000; KRASILCHIK, SILVA, SILVA, 2015).

Assim, a LDB 4024/61 foi alterada para a 9394/96, e o perfil escolar passou a ser voltado ao mundo do trabalho e à prática social. As escolas públicas passaram a oferecer um currículo com um caráter profissionalizante (uma vez que havia necessidade intensa de mão de obra, graças ao contexto histórico enfrentado), e as

escolas privadas instigavam os educandos a seguirem seus estudos com o intuito de atingirem o curso superior (KRASILCHIK, 2000). Consequentemente, os livros didáticos passaram a ser direcionados aos vestibulares, e o docente assumiu o papel de detentor de todo o conhecimento, caracterizando o ensino tradicionalista (KRASILCHIK, 2000 & DUSO *et al*, 2013).

Desde então, o ensino de ciências ganhou um grande problema: o desinteresse e a falta de motivação dos estudantes (KRASILCHIK, 2000). O ensino de Biologia, por exemplo, contribuía e contribui de certa forma para o desinteresse estudantil, por ser estigmatizado por incontáveis terminologias e descrições cansativas, distantes da realidade dos mesmos (MOTOKANE, 2015). Outro fator que favorece a desmotivação estudantil é a escolha da metodologia e do conteúdo ensinado ao longo das aulas, conforme a abordagem utilizada, um conteúdo pode ou não se tornar significativo para o discente (KRASILCHIK, 2008).

Além do exposto, um imenso obstáculo encontrado na educação são as representações sociais que perduram entre professor e aluno; pois, ainda existe a visão de que o professor seria a autoridade, o detentor de todo o conhecimento, não podendo nunca ser questionado. Como resultado há o distanciamento entre o docente, discente e também, entre o objeto de estudo. Ademais, durante as aulas tradicionalistas, é comum que os educandos memorizem o conteúdo disponível em seus livros didáticos e aprendam concepções alternativas que, muitas vezes, não se relacionam às aceitas cientificamente (MEDEIROS, COSTA, LEMOS, 2009).

Conforme Neves (2016), as preocupações citadas anteriormente, já sondavam o ambiente escolar desde o início do século XX, a partir de então, existe uma busca para estratégias que visem a melhoria do ensino, sobretudo o de ciências. Inclusive, revistas mundialmente conceituadas, como a Nature e a Science tiveram um número expressivo de artigos voltados ao ensino de ciências, muitos destacavam uma certa preocupação em dar ênfase ao pensamento científico no cenário educacional (KRASILCHIK, 2000). Portanto, uma alternativa para a solução do problema em questão, seria a adoção de atividades que aumentem o protagonismo estudantil e que permitam uma visão integradora do conteúdo trabalhado (TRAZZI & OLIVEIRA, 2016), sendo que a utilização de recursos inovadores na disciplina e a execução de conceitos práticos voltados a vida contemporânea do educando, são fundamentais para esse fim (BRASIL, 2000).

2.2. O ensino médio e a organização do currículo de biologia

O ensino médio corresponde ao segmento educacional realizado pelos estudantes após a concretização do ensino fundamental II. Essa etapa possui como principal objetivo o aperfeiçoamento do educando como ser humano, fixando-se em sua formação ética, intelectual, e também, em habilidades fundamentais para que ele possa dar continuidade aos seus estudos. Inclusive, o Artigo 35 da LDB de 9394/96 demonstra o quão essencial é proporcionar o condão sobre fundamentos tecnocientíficos ao discente; pois, por meio disso ele conseguirá associar a teoria com a prática em cada uma de suas atividades (BRASIL, 2006).

O papel do docente é fundamental para a concretização dos objetivos expostos, eles diariamente moldam os estudantes, por meio das suas opiniões, entendimentos e também são responsáveis por instigar a criatividade dos educandos (NEVES, 2016; LADISLAU, 2017). Assim sendo, é de suma importância, que ocorram parcerias entre o docente e os discentes, para que o processo de ensino seja bilateral, dinâmico e coletivo (BRASIL, 2006).

Entretanto, percebe-se que, apesar dos esforços para que o estudante consiga alcançar os objetivos da educação básica, nem sempre isso é concretizado. Constantemente há situações em que eles demonstram não conseguir apropriar-se de conceitos científicos fornecidos a ponto de compreendê-los e questionarem-nos (PEDRANCINI *et al*, 2007). Essa afirmação fica evidente ao analisarmos os resultados dos estudantes brasileiros nas avaliações do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), pois, o Brasil possui um dos piores resultados dentre os países participantes (BIZZO, 2014).

Uma possível explicação dos resultados negativos seria o ensino tradicionalista/conservador. Nesse formato de ensino, os alunos simplesmente gravam conceitos e os decora para a realização de um exame específico, realizado ao longo da educação básica. Assim, a criatividade dos mesmos torna-se limitada e o educando deixa de exercer o seu papel como questionador. Além do mais, a prática descrita, favorece a produção de conexões incorretas, e as explicações passam a ser inconsistentes (PEDRANCINI *et al*, 2007).

O ensino de biologia não fica isento desse problema; pois, devido a existência de inúmeros termos de difícil compreensão encontrados nos livros didáticos, muitos estudantes passam a ter dificuldade em se apossar de conceitos biológicos (BIZZO,

2012; PEDRANCINI *et al*,2007). Contudo, o objetivo do ensino da biologia está além disso, dentre as suas centrais está a capacidade de formular perguntas e respostas a partir de pesquisas científicas (REECE *et al*, 2015).

Assuntos ligados a biologia têm se tornado cada vez mais frequentes em nosso cotidiano, mas, o seu ensino encontra-se tão distante da realidade estudantil que impede que o estudante relacione a produção científica ao seu contexto. Comumente, indivíduos de uma determinada população sentem-se inseguros ao expressar a sua opinião sobre temáticas que podem interferir diretamente em suas condições de vida, desde problemas individuais aos comunitários (BIZZO, 2012; BRASIL, 2006). Além do mais, as atuais estratégias utilizadas para a condução da disciplina não estão sendo eficientes para a aquisição do desenvolvimento de conceitos básicos oferecidos pela mesma (PEDRANCINI *et al*, 2007).

Uma alternativa para a solução do problema seria a adoção de metodologias de ensino que têm o estudante como foco (BIZZO, 2014). Conforme o Artigo 35 da LDB de 96, os alunos devem ser estimulados a buscar novas informações e usar a sua curiosidade no processo de aprendizagem, e o ensino de ciências naturais deve prepará-los para a resolução de problemas por meio de julgamentos e proposições alternativas/solução (MENEGETTI & REDLING, 2012). Então, a memorização de conteúdos e regras descaracterizam a disciplina como ciência. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o professor de biologia além de mediar o conhecimento, deve ser multiplicador e orientador de ideias (BRASIL, 2006). Cabe a ele, a tarefa de instigar o seu aluno a deixar de ser um agente passivo durante o processo de ensino, para se transformar em um ser questionador (NEVES, 2016).

2.3. A alfabetização científica

O letramento científico tange a ampliação de conhecimentos associados a formas de linguagem relacionadas às Ciências da Natureza, desde a introdução de um indivíduo no universo estudantil até (no mínimo) o final da educação básica, cujo estudante se depara com termos distintos que enriquecerão a sua aprendizagem (COSTA & LORENZETTI, 2020). Desde a intensificação do ensino de Ciências da Natureza no currículo da educação básica até a atualidade (BIZZO, 2009), percebe-

se o quão a alfabetização científica é relevante para o discente; pois, a partir dela é possível refletir sobre ações do seu cotidiano (DUZO *et al*, 2013).

“... o objetivo da Alfabetização Científica, capacitar os estudantes a compreenderem os fenômenos científicos, suas relações ecológicas, sociais e ambientais, de forma a tornarem-se mais ativos e críticos diante de situações relacionadas à ciência e tecnologia. Assim, poderão estar preparados para compreender o mundo natural, relacionando experiências do cotidiano, podendo nelas intervir com competência, por meio do envolvimento e interpretação do conhecimento científico” (COSTA & LORENZETTI, 2020).

O objetivo da biologia como ciência não é a fabricação de cientistas, mas sim, a produção de novos conceitos e conhecimentos, por meio da alfabetização científica para que o indivíduo passe a ter uma noção de como os cientistas produzem conhecimento e conseguem explicar fenômenos naturais, informações que são essenciais ao seu cotidiano (MOTOKANE, 2015). O ensino de Biologia é essencial para que o indivíduo reconheça a importância de inúmeros processos naturais que o cercam e a instrução dessa ciência na educação básica deve permitir que o estudante tenha uma visão abrangente sobre situações-problema, para que ele saiba posicionar-se e refletir sobre elas (TRAZZI & OLIVEIRA, 2016).

A introdução da alfabetização científica surge com a aprendizagem de vocábulos técnicos associados à ciência, que posteriormente permitirão um posicionamento crítico perante problemas de cunho científico (COSTA & LORENZETTI, 2020). O material de apoio disponível para este fim é o livro didático, por isso, o Ministério da Educação (MEC) estabeleceu programas de apoio (Resolução nº38 do Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação – FNDE) que auxiliem a distribuição desse material aos alunos do ensino público em todo país, sendo que esse recurso é escolhido periodicamente por docentes por via do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), e um valor monetário expressivo é destinado para este fim (BRASIL, 2018).

2.4. O ensino de bioquímica na educação básica

A Bioquímica é uma das áreas de valor expressivo no ensino de biologia, essa ciência tem como objeto de estudo a química associada aos processos metabólicos

vitais; por isso, diversos cursos de graduação possuem a disciplina em sua grade curricular nos primeiros anos de curso, e os conceitos fundamentais desses anos iniciais são essenciais para dar sequência a outros segmentos de ensino (BARBOSA *et al*, 2012; BERG, TYMOCZKI, STRYER, 2014; BAÊTA & HORNINK, 2019; BERNARDO *et al*, 2019; FURTADO & RISSOLI, 2019; ALMEIDA & RAMOS, 2020; ALVES, MACHADO & FELIPE, 2020). Na educação básica, a bioquímica foi incluída no currículo nacional, após avanços de experimentos e de publicações relacionadas à biologia molecular (BARBOSA *et al*, 2012; BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2014). Contudo, o seu ensino nesse segmento de ensino se deu de forma superficial, e seus conceitos básicos trabalhados foram e continuam sendo fragmentados ao longo do ensino de Biologia e Química (FREITAS, 2006, p.1; SOLNER *et al*, 2019). Além do mais, pode-se dizer que no ensino fundamental há uma certa “omissão” da introdução de conceitos ligados à essa ciência, um dos fatores que pode contribuir para o problema pode ser a existência de uma carga horária diminuta, a insegurança em abordar o assunto nesta fase inicial de ensino; ou mesmo, o fator motivacional que pode acabar sendo uma preocupação dos docentes (já que o educando está iniciando o contato com o letramento científico) (LIMA *et al*, 2019; SOLNER *et al*, 2019).

Justamente pela alta taxa de reprovações na disciplina quando existente na grade curricular de cursos de graduação, há um número expressivo de estudos sobre a origem e possíveis soluções para o problema direcionado ao ensino superior, inúmeras táticas são citadas neles, desde jogos de tabuleiro até gamificações, mas todas, apresentam um objetivo único: aproximar o estudante do seu objeto de estudo em prol da melhor qualidade de ensino de bioquímica (BAÊTA & HOMINK, 2019; BERNARDO *et al*, 2019; CORTELAZZO & LOURENÇO, 2019; SOLNER *et al*, 2019; ALVES, MACHADO & FELIPE, 2020). Inclusive Almeida & Ramos (2020) relataram que observaram em seu estudo, uma melhoria significativa num grupo de estudantes após a utilização de atividades lúdicas. Conforme os autores, as ferramentas citadas conseguiram reduzir as reprovações e aumentaram o interesse dos estudantes pela disciplina, a partir do momento que houve um enriquecimento nas estratégias de ensino. Não só os autores citados anteriormente, mas outros, tais como: Furtado & Rissoli (2019), Baêta & Hornink (2019), Alves, Machado & Felipe (2020) realizaram estudos similares, e tiveram resultados satisfatórios no ensino de bioquímica no mesmo segmento de ensino.

Como os fenômenos associados a essa ciência ocorrem a nível molecular e acabam sendo abstratos para o discente, inúmeros temas podem não ser assimilados pelos educandos, principalmente se os recursos usados para os apresentarem forem apenas o quadro negro ou um retroprojeto (BARBOSA, 2012; BAËTA & HORNINK, 2019; FURTADO & RISSOLI, 2019; ALVES, MACHADO & FELIPE, 2020). O uso de aulas expositivas em excesso contribui diminuindo a empatia do discente em relação ao objeto de estudo (ALMEIDA & RAMOS, 2020), além do mais, o universo de uma sala de aula, não se atem a um tipo de indivíduo, mas sim a uma gama distinta de pessoas com limitações e interesses distintos. Sendo assim, uma única estratégia de ensino, possivelmente não conseguiria atingir toda população do meio (FURTADO & RISSOLI, 2019). Isso acaba dificultando o seu ensino como um todo, uma vez que estaria conectado à transmissão de definições, que nem sempre o sujeito se apropria delas, e compreende a sua significância; gerando assim, um pseudo-aprendizado (PEDRANCINI *et al*, 2007). Logo, muitos estudantes rotulam os assuntos conectados à bioquímica como monótonos, o seu interesse por essa ciência torna-se diminuto, e esse será um dos fatores que interferirá na sua aprendizagem (ALBUQUERQUE *et al*, 2012).

Segundo Furtado & Rissoli (2019) é interessante aproximar o objeto de estudo do educando, porém, como fazer isso quando se leciona uma disciplina repleta de reações químicas e situações que ocorrem a nível molecular? Os autores relatam que é interessante que o estudante “aprenda fazendo”, por meio de experimentações ou demais atividades que favoreça o seu protagonismo. De certa forma, pode-se dizer que essa aproximação em relação do objeto de estudo enquadra-se em uma visão construtivista, em que o sujeito consegue agir sobre o objeto de estudo culminando na produção de conhecimento (FERREIRA, ANDRADE & FERNANDES, 2017).

“A epistemologia do conhecimento construtivista desenvolve o aprendizado a partir das percepções do sujeito [...]. O entendimento dependerá das condições do sujeito, pois, a ação do pensamento faz parte de cada ser.” (CALVETTI, LACERDA, BERNARDES, 2019).

A fim de amenizar os problemas citados houve então o estímulo de atividades práticas, por meio da introdução de recomendações de documentos importantes para a organização do currículo tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ou através das orientações das habilidades básicas do ensino por meio da Base Nacional

Comum Curricular (BNCC). Mesmo assim, é comum que essas atividades sejam construídas a partir da utilização de roteiros prontos, que não favorecem a discussão de problemas (BRASIL, 2006; BRASIL, 2018). A partir do momento em que há essa atividade, o nível motivacional do discente acaba se elevando (MENEGETTI & REDLING, 2012). E mais, o principal material de apoio dos docentes, o livro didático, apresenta majoritariamente conteúdos insatisfatórios, complexos e que não incentivam a curiosidade do aluno (SOLNER *et al*, 2019). Por isso, é interessante permitir que o educando exerça as suas habilidades como sujeito capaz de produzir conhecimento (CARVALHO *et al*, 2013).

Um dos tópicos de grande significância na bioquímica é a respiração celular, esse processo metabólico é realizado por todos os organismos e essencial para a sobrevivência dos mesmos (REECE *et al*, 2015). Num processo metabólico as células realizam inúmeros processos coordenados, utilizando sistemas enzimáticos articulados para a obtenção de energia, degradação ou fabricação de nutrientes (NELSON & COX, 2014). E ao se tratar da respiração celular, pode-se dizer que as células realizam uma série de atividades químicas que resultam na produção de uma molécula energética, denominada ATP (trifosfato de adenosina) (REECE *et al*, 2015).

Em prol da homeostasia celular, existem inúmeros processos associados a transduções e transformações de energia, e esta acaba atuando como um combustível essencial para a síntese de moléculas complexas, por meio de substâncias simples, ou mesmo, interferem no transporte de gradientes elétricos fundamentais para um organismo (NELSON & COX, 2014). Inclusive, para que as células consigam produzir ATP há necessidade de um pequeno gasto energético e também pode-se dizer que a produção desse composto não ocorre de forma direta, existem algumas etapas repletas de mediadores químicos (Glicólise, Ciclo de Krebs e cadeia respiratória) (REECE *et al*, 2015), que possuem um grau de complexidade exorbitante se forem transmitidas minuciosamente aos discentes do ensino básico (SARMENTO *et al*, 2013).

Mas, é essencial que os discentes compreendam o quão importante esse processo metabólico é, para a realização de inúmeras atividades do nosso cotidiano, e conseqüentemente, para a sobrevivência da humanidade (SARMENTO *et al*, 2013). Então, cabe ao docente a difícil tarefa de planejar e escolher os métodos de ensino que instiguem o letramento científico e a aprendizagem efetiva, como opção tem-se a utilização de atividades lúdicas, principalmente se a tecnologia for utilizada; pois elas

podem enriquecer métodos já existentes ou mesmo serem utilizadas para a criação de novo produto educacional (BAËTA & HORNINK, 2019).

2.5. Aprendizagem significativa e o ensino lúdico

Na literatura há muitas vertentes sobre o conceito aprendizagem, alguns autores relacionam o termo à possibilidade de aquisição de novos conhecimentos, por meio de inúmeras práticas. Já outros, conectam ao conceito de neuroplasticidade - organização de novos circuitos neuronais por meio do desenvolvimento de novas capacidades (REIS, PETERSSON, FAÍSCA, 2010).

Segundo Oliveira & Gonçalves (2018), podemos classificar a aprendizagem como mecânica ou significativa. No âmbito educacional pode-se dizer que a aprendizagem mecânica se associa à recepção de conhecimento de origem não contestatória, conectando-se ao ensino tradicionalista. Já a aprendizagem significativa, relaciona-se ao ganho de conhecimento por estratégias mais flexíveis, não arbitrarias e que permitem a contestação - uma vez que as concepções do indivíduo são utilizadas. Assim sendo, os conhecimentos adquiridos por meio de uma aprendizagem mecânica não são permanentes, e aqueles associados a aprendizagem significativa geralmente são duradouros.

Indubitavelmente, desde o nosso nascimento até o final de nossas vidas aprendemos ativamente, por meio de diversos recursos e atividades comuns do nosso cotidiano. Contudo, a capacidade de reter informações é única e cada indivíduo aprende o que é significativo para si. Consequentemente, docentes de diversas áreas de ensino enfrentam o desafio de lidar com as particularidades de seus discentes, em prol da produção de conhecimento (BACICH & MORAN, 2018).

“...qualquer ideia, disciplina ou conceito importante deve ser ensinado de várias formas, as quais devem, através de argumentos, ativar diferentes inteligências ou combinações de inteligências. Essa abordagem rende dois enormes dividendos: uma pluralidade de abordagens garante que o professor (ou o material didático) atinja mais crianças; além disso, sinaliza aos alunos qual é o significado de ter uma compreensão profunda e equilibrada de um tópico. Só os que conseguem pensar em um tópico de várias formas têm uma compreensão minuciosa desse tópico; aqueles cujo entendimento se limita a uma única visão têm uma compreensão frágil” (GARDNER *et al*, 2010).

A comunidade acadêmica também tem se preocupado em relação às estratégias de ensino utilizadas, inclusive, uma vertente interessante no processo de ensino seria a aproximação do educando ao seu objeto de estudo, que é um forte aliado às atividades acadêmicas (MORAES *et al*, 2014). Para isso é essencial que haja uma inovação das estratégias de ensino, e isso é um desafio para os docentes com um todo. Conseqüentemente, as metodologias tradicionalistas acabam sendo mais confortáveis e propícias para o controle da disciplina (um dos atributos exigidos numa sala de aula) (LEÃO, DUTRA & ALVES, 2018).

“... encontrar dificuldades em inovar na sala de aula não é motivo para não ousar. Cabe destacar que as dificuldades podem ser tanto de ordem administrativa como da repressão dos próprios estudantes, mas dependendo da forma como as estratégias de ensino diferenciadas são aplicadas, estimulam os estudantes a participarem da aula e a se envolverem como cidadãos participantes e reflexivos” (MORAES *et al*, 2014).

Vale salientar que introduzir novas práticas docentes não significa que as atividades tradicionalistas devem ser abolidas, mas não podem ser as únicas estratégias de ensino adotadas pelo docente, já que ele lida com a intensa diversidade dos discentes (MORAES *et al*, 2014). Entretanto, o tipo de aprendizagem relacionado ao tradicionalismo classifica-se como mecânica, a desvantagem disso é que a aquisição de informação e a fixação de conhecimento costuma não ser duradoura, e sim, momentânea (MORAES *et al*, 2014; OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018). Visto que ao optar por uma abordagem tradicionalista, o educador é o único ser a expor o seu raciocínio, o educando assume um papel passivo e simplesmente recebe e projeta as informações, sem ao menos questioná-las (CARVALHO *et al*, 2013).

Segundo Bear, Connors & Paradiso (2017), a aprendizagem está relacionada aos processos neurológicos conectados à atenção, à percepção e à motivação do educando. Assim sendo, os fatores citados são fortes aliados no processo de ensino e no desempenho estudantil. Não obstante, um dos maiores estimulantes da atualidade consiste na aprovação em testes, exames ou vestibulares; por isso, muitos jovens reproduzem o que adquirem em suas aulas por meio de uma aprendizagem mecânica.

Alguns indivíduos acabam desenvolvendo um caráter competitivo ao longo de sua vida estudantil e adotam isso como um incentivo. Nessas situações pretendem sempre ser o melhor, o mais apto ou mesmo perfeito, porém, o excesso disso interfere no aumento de casos de jovens ansiosos, cidadãos com empatia diminuta e pouca solidariedade (FRAGELLI & FRAGELLI, 2017). Acrescentando-se que essa busca pela “perfeição” no cenário acadêmico, além de poder gerar um fracasso escolar e talvez deixe estigmas permanentes na vida do aluno (MORAES *et al*, 2014).

Cabe ao ambiente escolar acolher o estudante e estimular a criatividade do mesmo (BACICH & MORAN, 2018). Para isso, dentro de sala de aula, uma didática adequada apresenta uma grande significância no processo de ensino, uma vez que aproxima o estudante do objeto de ensino (MORAES *et al*, 2014).

“Sendo assim, é necessário que se saiba organizar a matéria que se lecionará, de modo a que o resultado planejado por quem ensina seja a interação das partes do conhecimento no seu todo, gerando sentidos e pontos de ancoragem para mais aprendizagem” (MORAES-ORNELLAS, 2018).

Uma aula se inicia a partir do momento em que ocorre a escolha do conteúdo e todo o seu planejamento; por isso, o professor possui a tarefa de buscar estratégias que estimulem a aprendizagem do aluno (MORAES-ORNELLAS, 2018). Quando crianças, possuímos uma intensa curiosidade em relação a tudo que nos cerca, mas, isso se abranda à medida que avançamos a nossa vida acadêmica (MORAES *et al*, 2014). Portanto, seria interessante que elas permitissem uma participação ativa e que instigassem o educando a ir além do que é proposto, em prol da aquisição de uma aprendizagem significativa (MORAES-ORNELLAS, 2018).

O termo “aprendizagem significativa” foi utilizado pela primeira vez pelo psicólogo norte-americano David Ausubel, e atualmente direciona-se a estratégias objetivas, organizadas, contínuas e que utilizem as preconcepções dos estudantes como base no processo de ensino (ALMEIDA & MOREIRA, 2008; OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018). Decorrente disso, inúmeros recursos podem ser adotados para a sua execução, tais como: música, cartazes, jogos, mapas conceituais, animações e histórias interativas (STANSKI *et al*, 2016). Inclusive, alguns dos recursos citados poderiam auxiliar em processos avaliativos, os mapas conceituais, por exemplo, seriam excelentes para esse fim; por meio deles, o discente consegue integrar os

conceitos entre si (ALMEIDA & MOREIRA, 2008). Esse recurso também instiga a participação dos educandos, o seu potencial, criatividade e curiosidade passam a ser expressivos e o conteúdo trabalhado passa a ter significância para o mesmo (OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018).

A tecnologia tem potencial de ser uma aliada excepcional na aprendizagem significativa, os recursos digitais podem ser adotados para a criação de atividades interativas (MORAES *et al*, 2014; STANSKI *et al*, 2016; OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018). Não só no meio acadêmico, outrossim, no convívio estudantil os recursos tecnológicos acabaram ganhando o seu espaço e passaram a ser essenciais na vida de um indivíduo (FERREIRA *et al*, 2020). Por isso, aliar a tecnologia ao processo de ensino passa a ser uma estratégia de grande valia, principalmente, se elas forem combinadas às metodologias ativas (BACICH & MORAN, 2018).

A adoção de jogos também apresenta o seu destaque nesse processo (principalmente se forem digitais), pois, contribuem para o ensino lúdico e permitem que o indivíduo se empenhe para resolver um problema, sendo ele pode errar sem ser exposto ou ridicularizado. A possibilidade de superar inúmeros desafios e de compreender conceitos abstratos são motivos que deixam esses recursos mais atraentes. Visto que aprendizagem se dará por meio de tarefas divertidas e prazerosas, aumentado a motivação do discente, e isso será muito importante para a incentivar os seus hábitos de estudo e não rotular um dado conteúdo como monótono ou sem significância (FERREIRA *et al*, 2020; MORAES *et al*, 2014).

Segundo Moraes *et al* (2014), a utilização de jogos no ambiente escolar, não só auxilia na resolução de problemas de uma determinada disciplina, mas também, instiga o discente a desenvolver outras áreas de sapiência. Ultimamente, tem-se destacado no meio acadêmico a junção de metodologias ativas às ferramentas digitais, constituindo o ensino híbrido, isso inclusive, abre espaço para o emprego da gamificação (BACICH & MORAN, 2018). Assim sendo, docente deve ousar em sua criatividade para inovar as suas estratégias de ensino e superar as suas limitações (MORAES *et al*, 2014).

2.6. Gamificação como ferramenta de ensino

A prática de utilizar jogos para a resolução de problemas, num contexto em que estes não são comumente inseridos, fundamenta a gamificação. Essas atividades já têm sido utilizadas a muito tempo na educação, não obstante, vivemos em um período de intenso desenvolvimento tecnológico, e inúmeros recursos podem ser utilizados para o seu aperfeiçoamento (FADEL *et al*, 2014). O que solidifica essa prática na educação é justamente o quão apreciamos os jogos independente da nossa idade ou sexo, assim sendo utilizar a gamificação para que educando consiga desenvolver as habilidades necessárias da educação básica pode ser um importante aliado do ensino (ALVES, 2015; FERNANDES & RIBEIRO, 2018), uma vez que os indivíduos terão atividades cognitivas, tais como memória e atenção, estimuladas por meio de atividades divertidas (FADEL *et al*, 2014). Inclusive, grandes empresas já têm utilizado esse recurso em prol do aumento de produtividade de seus funcionários (ALVES, 2015).

Segundo FADEL *et al* (2014), o emprego da gamificação para a resolução de problemas baseia-se na Teoria de Flow, criada por Mihaly Csikszentmihalyi. Por meio dela, a atenção de um indivíduo torna-se mais ativa a partir da adoção de recursos de design de games em contextos distintos que aguçam a sua motivação (SILVA, SALES & CASTRO, 2019). Inclusive, os fatores expostos anteriormente acabam sendo grandes aliados no quesito de utilizar a gamificação no ambiente escolar, uma vez que poderiam interferir na resolução ou atenuação de grandes problemas, tais como: interesse e participação dos educandos (COTTA ORLANDI *et al*, 2018).

“... a ideia de que o uso de games ou atividades gamificadas favorece o engajamento dos estudantes em atividades escolares, tidas pelos mesmos como enfadonhas, é inevitável. Isso porque o uso dos games pode aproximar o processo de aprendizagem do estudante a sua própria realidade. Primeiramente por estimular o cumprimento de tarefas para o avanço no curso com o objetivo de alcançar as recompensas e segundo por ser de fácil acessibilidade tendo em vista que sua utilização pode ocorrer com celulares, tablets e computadores” (FERNANDES & RIBEIRO, 2018).

Além do exposto, utilizar a gamificação em sala de aula, também permite que o educando possa esmiuçar o conteúdo estudado, pois algumas atividades aguçarão a sua curiosidade e incentivarão discussões, debates, dentre outros (ARAÚJO & CARVALHO, 2018). Justamente devido aos fatos citados, a utilização de tal recurso

no decorrer do ensino de temas de difícil compreensão para o educando seria de grande valia, por permitir que o mesmo tivesse o seu nível motivacional e interesse aumentados, facilitando a prática educacional (TODA *et al*,2016; FRAGELLI, 2017). Contudo, ainda há muito a ser explorado na utilização da gamificação como ferramenta de ensino, justamente para aperfeiçoar os recursos já disponibilizados para este fim (TODA *et al*,2016).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral:

Realizar um levantamento de dados sobre a existência de termos associados à bioquímica nas últimas edições do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e nos livros didáticos aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 e utilizar os dados obtidos para a construção de um jogo digital.

3.2. Objetivos específicos:

- ✓ Realizar um levantamento de dados sobre a existência de termos associados à bioquímica nas últimas edições do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).
- ✓ Verificar se os livros didáticos aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 apresentam dentre os seus conteúdos assuntos associados à bioquímica e dentre eles, se há ou não a presença do tema metabolismo energético.
- ✓ Auxiliar na inovação de recursos adotados por professores de Biologia.
- ✓ Instigar a curiosidade dos educandos acerca do ensino de Bioquímica.
- ✓ Verificar a relevância do estudo tema respiração celular na educação básica.
- ✓ Incentivar a utilização da ludicidade no ensino médio, por meio da gamificação.
- ✓ Elaborar um jogo digital utilizando o simulador Scratch.
- ✓ Construir um manual apresentando as orientações sobre a utilização do simulador criado e também, contendo instruções de como utilizar o Scratch para a criação de novos recursos pedagógicos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi construído a partir de uma pesquisa explanatória, por meio de um levantamento documental, cujo objeto de investigação inicial foi a relevância do tema respiração celular no ensino médio. A exploração do primeiro problema, se deu por meio da análise dos últimos exames utilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) para o ENEM, após o ano de 2009 (período em que houve uma das últimas alterações no perfil das avaliações). Já para a aquisição de informações sobre dados existentes nos livros didáticos, houve a seleção de 8 das 10 coleções disponibilizadas pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), e como todas estavam organizadas em três volumes, o primeiro deles, foi escolhido como objeto de estudo, pois, conforme devido a organização curricular atual houve a pressuposição de que o tema estivesse disponível nos livros destinados ao primeiro ano do ensino médio. Posteriormente, houve um estudo para verificar se os livros didáticos apresentam o tema em questão, como esse conteúdo é abordado, e em seguida houve um levantamento bibliográfico sobre ferramentas e procedimentos essenciais para a construção de jogos digitais.

Segundo Bardin (2016), a análise de conteúdo corresponde a uma série de processos minuciosos utilizados para inferir formas de comunicação, e aquisição de referências com o intuito de construir conhecimentos. Do mesmo modo, a análise documental destrincha informações, com a finalidade de produzir dados para estudos e deposições. Para a efetivação do exposto é importante que o pesquisador siga uma série de procedimentos metodológicos para validar a sua pesquisa, tais como: organização, exploração e tratamento de informação do material utilizado.

4.1. Análise das questões de Bioquímica das últimas avaliações de Ciências da Natureza do ENEM

Atualmente a inserção dos estudantes em universidades brasileiras se dá predominantemente devido a um resultado satisfatório no ENEM. Esse exame foi criado pelo INEP em 1998, com o intuito de avaliar o desempenho dos alunos da

educação básica, sua primeira edição era constituída por 63 questões e 115,6 mil candidatos realizaram a avaliação (ZANCHETTIN, 2018; HOLLAS, 2020). 11 anos após a sua primeira edição, o exame foi reformulado e passou a exercer um papel seletivo para o ingresso no ensino superior de inúmeras instituições do país (CINTRA, MARQUES JUNIOR, SOUSA, 2016; DUTRA *et al*, 2019). Assim sendo, esse é um dos critérios motivacionais da vida acadêmica de vários jovens (MOURA, IGLESIAS, ROSA, 2013).

Devido ao exposto, o conteúdo cobrado na avaliação de Ciências da Natureza, das edições dos últimos 11 anos foram utilizados como base para verificar se o conteúdo de bioquímica esteve presente ou não em alguns desses exames, partindo da suposição de que em cada avaliação havia no mínimo uma questão, que apresentaria assuntos relacionados à bioquímica. A escolha do período citado se deu graças a existência de dados na literatura que mencionam uma alteração expressiva no perfil das questões (CINTRA, MARQUES JUNIOR & SOUSA, 2016). Além disso, alguns termos foram analisados sistematicamente, para que houvesse a organização do contexto, e a significância de cada um deles para o ensino de Biologia, tendo como foco assuntos direcionados à Bioquímica e posteriormente, assuntos associados ao tema respiração celular. Os dados adquiridos foram tabelados e organizados numa planilha do excel – um recurso elaborado pela empresa Microsoft que apresenta inúmeras ferramentas de tabulação e estatísticas (LAPPONI, 2005), para que pudessem ser expostos.

4.2. Análise de livros didáticos

Periodicamente é realizada a escolha do livro didático a ser adotado na educação básica, conforme o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). A última edição desse processo ocorreu 2018, 28 editoras participaram desse processo contendo algumas de suas obras aprovadas previamente pelo Ministério da Educação (MEC); 89.381.588 de obras didáticas, avaliadas num total de R\$879.770.303,13, foram destinadas ao ensino médio das escolas públicas do território nacional (BRASIL, 2018). Atualmente, nos deparamos com a abertura de um novo edital do PNLD 2020, para a troca dos livros didáticos utilizados na educação básica (BRASIL,

2020). Não obstante, além do alto gasto relacionado a aquisição todo o material e também ao processo, é sabido que o livro didático é uma importante ferramenta no processo de ensino. Conseqüentemente, é fundamental que ele seja adequado ao universo estudantil (ALBUQUERQUE & FERREIRA, 2019), então, foi realizada uma análise em 8 das 10 coleções de livros didáticos de biologia aceitos no PNDL 2018.

A escolha do material para a análise de conteúdo se deu pela acessibilidade do material à pesquisadora, sendo que os livros pertencentes ao primeiro ano do ensino médio tornaram o foco, devido ao fato de que o tema metabolismo energético é geralmente ensinado nessa etapa de ensino na educação básica de acordo com as recomendações do CBC (Currículo Básico Comum) de Biologia (SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS, 2020). Após esse feito, houve a procura do tema respiração celular nas obras selecionadas, para que posteriormente fosse realizada uma leitura superficial e em seguida, uma análise mais detalhada do conteúdo. Os fatores utilizados para a categorização foram: existência de esquemas e ilustrações, exemplificações; dentre outras figuras de linguagem. Havia a suposição de que as obras didáticas poderiam estar repletas de termos e outras figuras de linguagem de difícil compreensão para os estudantes. Para a categorização dos dados houve a organização do material adquirido e em seguida, eles foram submetidos a uma análise estatística simples, para a construção dados.

4.3. Critérios para a escolha de uma ferramenta para gamificação

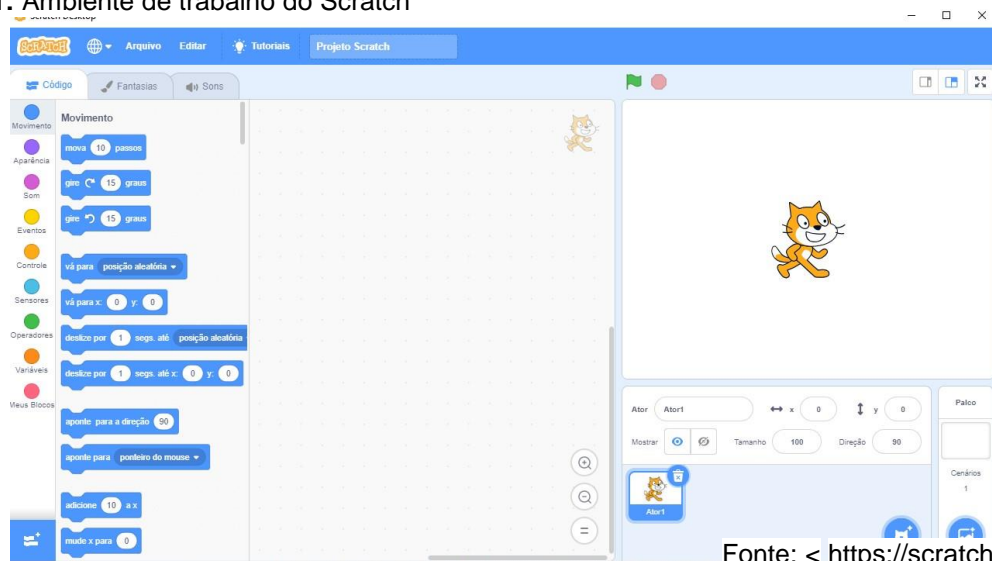
A ideia de criar um jogo que contemplaria a respiração celular surgiu a partir de um estudo direcionado aos benefícios da gamificação na educação; pois, é sabido que crianças, jovens e adultos são atraídos por atividades associadas à ludicidade (ALVES, 2015). Porém, inúmeros jogos já são utilizados como ferramentas educacionais (BUSARELLO,2016), mas, havia a ideia de procurar um recurso que pudesse contemplar o tema em questão, e também, ajudar os jovens a compreender as etapas da respiração celular. Por isso, para a produção de um game digital houve um levantamento bibliográfico essencial para a escolha de uma ferramenta apropriada, que pudesse ser prática e utilizada por docentes independentemente de terem ou não conhecimentos aprofundados para este feito.

Para a criação de um recurso digital são necessárias algumas etapas antes da culminância do objeto almejado. Inicialmente, deve haver a construção de um protótipo em que suas idealizações, objetivos e demais informações relevantes são expostas (planejamento). Posteriormente, há a idealização dos personagens, para isso, que podem ou não ser desenhados (sendo que há opção de utilizar desenhos prontos disponibilizados em diversos sites ou mesmo, na ferramenta utilizada para a gamificação); e por fim, as atividades são digitalizadas. A culminância da última etapa se dá por meio da utilização de um ambiente de desenvolvimento integrado, em que um indivíduo (denominado desenvolvedor) utiliza uma linguagem que é lida pela máquina – a linguagem de programação, para executar comandos específicos (algoritmos), até a criação do que é desejado (BECKER, 2016).

Devido ao exposto, dentre alguns aplicativos (Apps) utilizados para gamificação, a mais prática descrito na literatura foi o Scratch. Esse recurso, consiste em uma plataforma digital adotada para a criação de animações, jogos, dentre outras ferramentas; por meio da utilização de algoritmos disponibilizados em blocos que são encaixados uns nos outros conforme a necessidade do usuário (MARJI, 2014; RAMOS *et al*, 2019). Portanto, a escolha dessa ferramenta baseou-se na pré-suposição de sua facilidade, após a análise bibliográfica e também, devido ao fato de que diversos países desenvolvidos já a utilizam para a criação de recursos didáticos, e inclusive, há um certo incentivo para que seus estudantes aprendam a manuseá-la, com o intuito de incentivar a aprendizagem vinculada a programação (VARELA, 2017; NETO, MARCOMINI & BUENO, 2019).

O recurso digital está disponível no endereço eletrônico: <http://scratch.mit.edu>, e pode ser usado em sua versão online ou na modalidade off-line, sendo que a última possui a vantagem de não ser dependente da internet (SCAICO *et al*, 2012; VARELA, 2017). Ao abrir a página inicial (FIGURA 1) existe uma área de trabalho, em que o usuário pode criar os seus personagens (Sprites) e seus cenários desenhando-os, pode escolher utilizar os disponíveis em seu computador, ou mesmo optar pelas animações disponibilizadas no App. Após realizar a escolha dos constituintes do jogo pode-se dar início à programação do que se deseja construir, escolhendo os comandos adequados às atividades programadas.

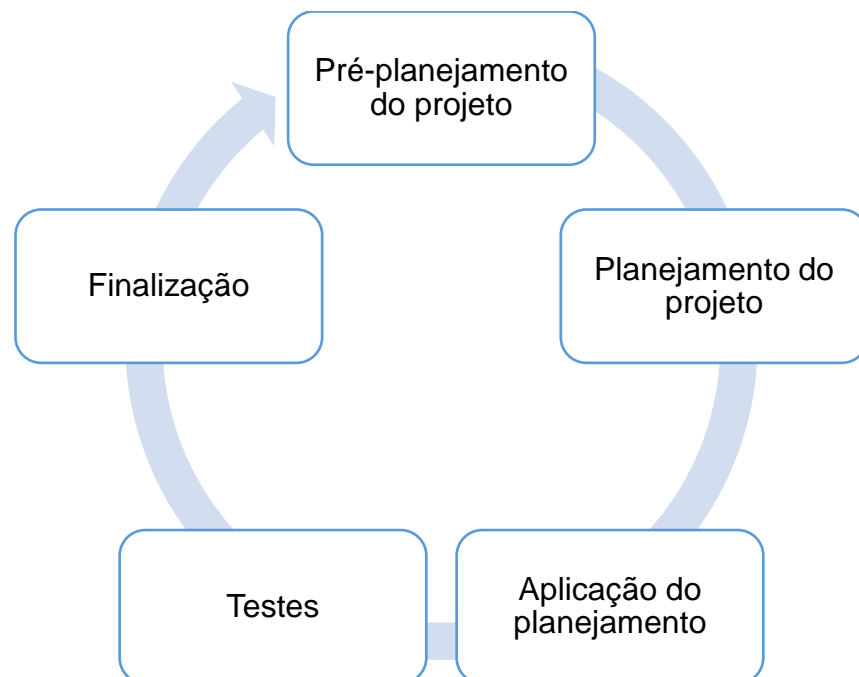
Figura 1: Ambiente de trabalho do Scratch



Fonte: <<https://scratch.mit.edu/>>

O objetivo da utilização do App foi criar uma ferramenta de ensino que pudesse ser anexada a uma sequência didática, que adotasse o ensino híbrido, uma metodologia ativa, e instigasse a aprendizagem significativa. Para a criação do protótipo, seguiu-se as recomendações dos procedimentos de Chandler (2012), sobre o ciclo básico necessário para a criação de um jogo (FIGURA 2), seguindo as orientações relacionadas a criação do primeiro protótipo jogável até a sua finalização.

Figura 2: Ciclo necessário para a criação de jogos



Fonte: CHANDLER, 2012.

Após a criação do simulador, foi produzida uma cartilha contendo o manual de utilização dessa ferramenta, juntamente com dicas para a realização de futuros projetos. O objetivo da elaboração desse recurso se baseou na possibilidade de incentivar docentes a realizarem novas ferramentas interativas de ensino, que possam inclusive interferir na motivação do educando em adquirir os conhecimentos fornecidos a eles, em prol da construção de um conhecimento efetivo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Dados obtidos a partir da análise das questões de Bioquímica das últimas avaliações de Ciências da Natureza do ENEM

Conforme o exposto nos materiais e métodos desse trabalho, para a culminância deste estudo ocorreram algumas etapas de análise e posteriormente, a construção da gamificação. O início da pesquisa se deu por meio um levantamento nas questões dos últimos exames do ENEM, observou-se um número significativo de questões associadas à bioquímica, vale salientar que a significância dos temas associados à essa ciência vai além da sua inserção nas avaliações do exame; pois assuntos ligados à bioquímica são essenciais para a vida estudantil (MEDEIROS, COSTA, LEMOS, 2009). O entendimento de inúmeros processos vitais é primordial para que um indivíduo compreenda a importância de inúmeras atividades de seu cotidiano, já que a sobrevivência dos seres vivos como um todo relaciona-se a inúmeras atividades metabólicas (ALVES, MACHADO & FELIPE, 2020). Então, presume-se que introduzir temas associados à bioquímica na matriz de referência do ENEM possui uma certa significância para o processo avaliativo.

O conteúdo de Biologia, assim como Física e Química, constitui a avaliação de Ciências da Natureza do Enem, e após uma análise as avaliações dos últimos 11 anos, percebeu-se que das 45 questões destinadas (anualmente) aos componentes curriculares citados, aproximadamente 12% (média anual = 5 questões) delas apresentavam algum termo ligado a bioquímica, e elas estavam presentes nos três conteúdos da avaliação, sendo mais evidente nas questões de Biologia. Observando o tema destas questões, constatou-se que aproximadamente 29% das questões de bioquímica do ENEM associam-se de alguma forma ao tema respiração celular (TABELA 1). Reafirmando a hipótese inicial de que anualmente a avaliação de Ciências da Natureza do ENEM, apresentariam no mínimo uma questão cujo tema estaria associado a bioquímica e em parte, vinculada ao processo metabólico citado.

A primeira questão a ser visualizada nas avaliações dos últimos 11 anos, exibia um contexto associado à fotossíntese, e valorizava a importância desse processo metabólico para a sobrevivência da humanidade (Figura 3). Percebe-se que para resolver a questão os estudantes necessitavam de ter conhecimentos relacionados à

importância do processo em questão, além de reconhecer a dependência de demais organismos acerca disso. Apesar de ser um exame, percebe-se que é necessária uma interpretação por parte do educando e que o conhecimento científico é importante para a sua resolução.

Tabela 1: Quantidade de questões de bioquímica disponíveis nas edições do ENEM de 2009 a 2019

Edição	Quantidade de questões de Bioquímica	Número de questões sobre respiração celular
2009	3	1
2010	5	3
2011	8	0
2012	5	1
2013	2	1
2014	5	0
2015	4	1
2016	8	3
2017	6	0
2018	5	3
2019	6	3
Total	57	16

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 3: Questão de Ciências da Natureza do ENEM de 2009.

Questão 10

A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO₂), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO₂ para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que


- Ⓐ o CO₂ e a água são moléculas de alto teor energético.
- Ⓑ os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- Ⓒ a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- Ⓓ o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- Ⓔ a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO₂ atmosférico.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

A associação entre os processos metabólicos importantes para a obtenção de nutrientes por meio de processos autótrofos e a conexão com a respiração celular, não se ateve a uma única edição do ENEM, na avaliação de 2013 a questão de número 59 (FIGURA 4) da prova de Ciências da Natureza, também explanou o tema. A sua resolução dependia de que o aluno conseguisse conectar conceitos estudados na educação básica associados à respiração (celular, fotossíntese e decomposição) e os utilizasse para a efetivar a solução da mesma. É fato que os processos citados são importantes para o educando, não só para que ele solucione o problema exposto, mas compreenda que estes processos metabólicos estão em seu cotidiano, e também, desconstruir alguns conceitos que ainda são existentes, tais como o fato de que ainda existem indivíduos que acreditam que o hábito de ter uma planta em seu quarto poderia influenciar na diminuição do gás oxigênio, há o mito de que o vegetal estaria “roubando” do local citado (MOREIRA *et al*,2015).

Outro tema de frequência considerável nas últimas provas do ENEM (FIGURAS: 4, 5, 6), foi a fermentação, que é um vocábulo atribuído genericamente a metabolização da glicose e outros compostos orgânicos para a produção de ATP, sem a presença de gás oxigênio (NELSON & COX, 2014). Esse processo bioquímico é de grande relevância na indústria alimentícia, pois o dióxido de carbono (um gás liberado nessa atividade química) é primordial para o crescimento de massas, ou mesmo o álcool ou outros componentes não expostos aqui poderão ser relevantes para as atividades citadas (REECE *et al*, 2015).

Figura 4: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2013

QUESTÃO 59 

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO₂, utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O₂. No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O₂ pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O₂ e de CO₂ próximo à superfície do solo onde elas caíam.

A concentração de O₂ próximo ao solo, no local da queda, será

- A) menor, pois haverá consumo de O₂ durante a decomposição dessas árvores.
- B) maior, pois haverá economia de O₂ pela ausência das árvores mortas.
- C) maior, pois haverá liberação de O₂ durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D) igual, pois haverá consumo e produção de O₂ pelas árvores maduras restantes.
- E) menor, pois haverá redução de O₂ pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 5: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2012

QUESTÃO 63

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

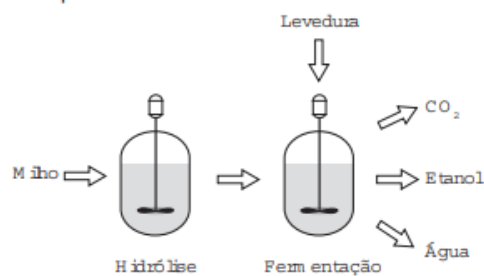
- A liberação de gás carbônico.
- B formação de ácido lático.
- C formação de água.
- D produção de ATP.
- E liberação de calor.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 6: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2016

QUESTÃO 53

O esquema representa, de maneira simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que

- A a glicose seja convertida em sacarose.
- B as enzimas dessa planta sejam ativadas.
- C a maceração favoreça a solubilização em água.
- D o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
- E os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Também foi visível que muitas edições exigiam um conhecimento efetivo sobre as etapas da respiração celular, e as consequências ligadas ao comprometimento de uma de suas etapas, cinco questões vinculavam-se à temática citada. Visto que esse metabolismo ocorra (exceto no caso da fermentação), há a necessidade de ocorrer três etapas que culminarão na produção de ATP: glicólise, ciclo de Krebs e Cadeia de Transporte de Elétrons (BAËTA & HORNINK, 2019). Inclusive, existem compostos químicos que bloqueiam alguns dos processos citados, tais como o cianeto e monóxido de carbono (LEAL *et al*, 2020), provavelmente, para que os estudantes refletissem sobre essa ação, algumas das questões do ENEM, possuíam situações que impediam a efetivação de alguns dos processos citados.

Figura 7: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2010

Questão 66

Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3 000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias.

LOPES, R. J. Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2010 (adaptado).

Que substâncias poderiam ter a mesma função do O_2 na respiração celular realizada pelos loricíferos?

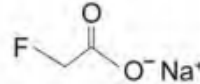
- A S e CH_4
- B S e NO_3^-
- C H_2 e NO_3^-
- D CO_2 e CH_4
- E H_2 e CO_2

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 8: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2010

Questão 77

No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



monofluoracetato de sódio.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

- A desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- B hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- C perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- D neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- E substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 9: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2010

Questão 101

O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons (H^+) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático na membrana interna.

GRUNDLINGH, J. et al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. *Journal of Medical Toxicology*, v. 7, 2011 (adaptado).

O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à)

- A obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.
- B bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- C diminuição da produção de acetil CoA, resultando em maior gasto celular de piruvato.
- D inibição da glicólise, resultando em maior absorção celular da glicose sanguínea.
- E redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 10: Texto de uma questão de Ciências da Natureza do ENEM de 2016.

QUESTÃO 56

As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs *in vitro* é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- A Núcleo.
- B Mitocôndria.
- C Peroxissomo.
- D Complexo golgiense.
- E Retículo endoplasmático.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 11: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019

Questão 92

O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons (H^+) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático na membrana interna.

GRUNDLINGH, J. et al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. *Journal of Medical Toxicology*, v. 7, 2011 (adaptado).

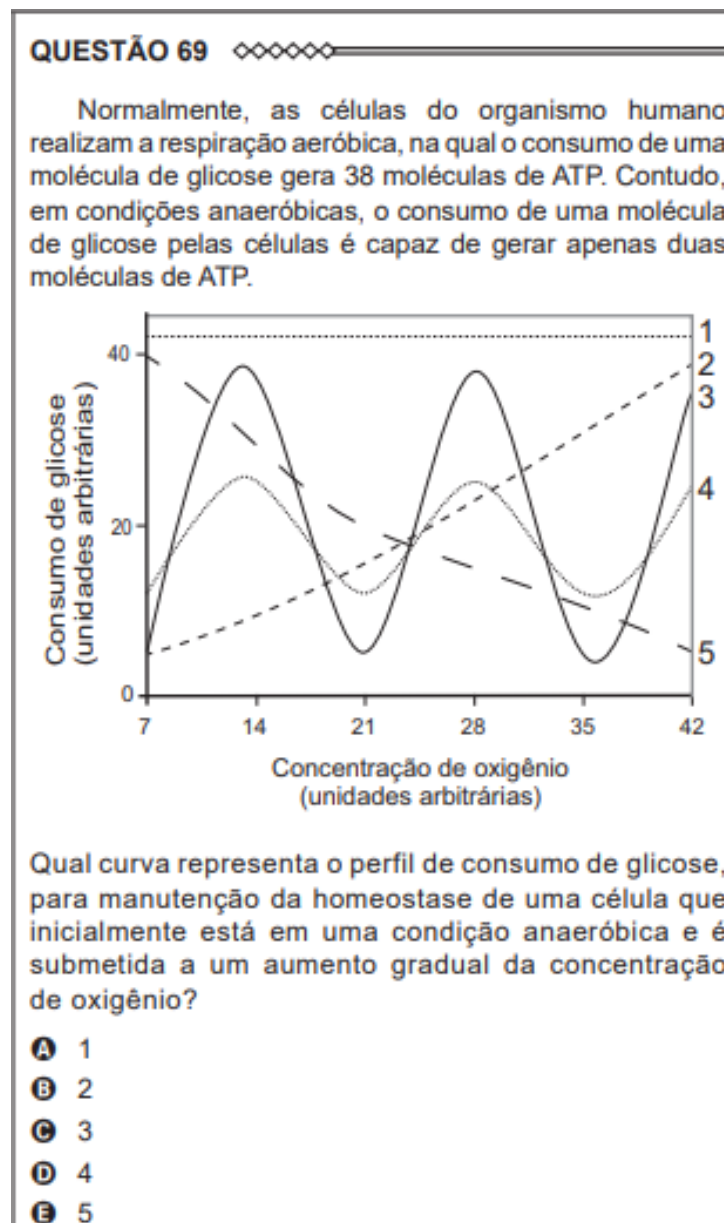
O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à)

- A obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.
- B bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- C diminuição da produção de acetil CoA, resultando em maior gasto celular de piruvato.
- D inibição da glicólise, resultando em maior absorção celular da glicose sanguínea.
- E redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Além dos dados retratados, também ficou visível a importância de o educando conseguir interpretar formas distintas de linguagem, dentre elas estava a análise de

gráficos (FIGURA 12). E o tema respiração celular, também se destacou nas questões associadas aos conhecimentos fundamentais da química básica, reforçando os argumentos de FREITAS (2006) e SOLNER (2019), de que a ciência é um dos temas abordados ao longo das aulas de química (FIGURA 13, 14,15, 16). Nas questões que exigiam conhecimentos da disciplina há informações muito interessantes sobre a metabolização da glicose, que é essencial para a execução da respiração celular.

Figura 12: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2015



Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 13: Texto de uma questão de Ciências da Natureza do ENEM de 2016.

QUESTÃO 64

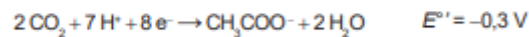
TEXTO I

Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO, S. Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula a combustível etanol/O₂. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

TEXTO II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. *Woodhead Publishing Series in Energy*, n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V?

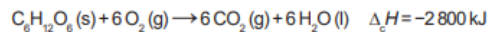
- A** 3
- B** 4
- C** 6
- D** 9
- E** 15

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 14: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2018

QUESTÃO 108

Por meio de reações químicas que envolvem carboidratos, lipídeos e proteínas, nossas células obtêm energia e produzem gás carbônico e água. A oxidação da glicose no organismo humano libera energia, conforme ilustra a equação química, sendo que aproximadamente 40% dela é disponibilizada para atividade muscular.



Considere as massas molares (em g mol⁻¹): H = 1; C = 12; O = 16.

LIMA, L. M.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J. *Química na saúde*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010 (adaptado).

Na oxidação de 1,0 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de

- A** 6,2.
- B** 15,6.
- C** 70,0.
- D** 622,2.
- E** 1 120,0.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 15: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2018

QUESTÃO 126

Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagônicos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose sanguínea.

Em caso de um indivíduo com hipoglicemia, o hormônio citado que atua no catabolismo induzirá o organismo a

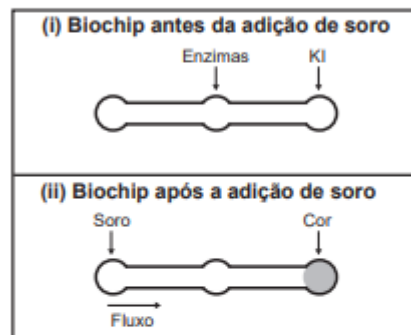
- A realizar a fermentação láctica.
- B metabolizar aerobicamente a glicose.
- C produzir aminoácidos a partir de ácidos graxos.
- D transformar ácidos graxos em glicogênio.
- E estimular a utilização do glicogênio.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 16: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019

Questão 123

Estudos mostram o desenvolvimento de biochips utilizados para auxiliar o diagnóstico de diabetes melito, doença evidenciada pelo excesso de glicose no organismo. O teste é simples e consiste em duas reações sequenciais na superfície do biochip, entre a amostra de soro sanguíneo do paciente, enzimas específicas e reagente (iodeto de potássio, KI), conforme mostrado na imagem.



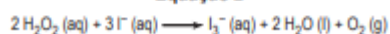
Após a adição de soro sanguíneo, o fluxo desloca-se espontaneamente da esquerda para a direita (ii) promovendo reações sequenciais, conforme as equações 1 e 2. Na primeira, há conversão de glicose do sangue em ácido glucônico, gerando peróxido de hidrogênio:

Equação 1



Na segunda, o peróxido de hidrogênio reage com íons iodeto gerando o íon tri-iodeto, água e oxigênio.

Equação 2



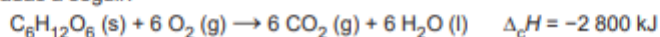
GARCIA, P. T. et al. A Handheld Stamping Process to Fabricate Microfluidic Paper-Based Analytical Devices with Chemically Modified Surface for Clinical Assays. *RSC Advances*, v. 4, 13 ago. 2014 (adaptado).

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Figura 17: Questão da Ciências da Natureza do ENEM de 2019

Questão 125

Glicólise é um processo que ocorre nas células, convertendo glicose em piruvato. Durante a prática de exercícios físicos que demandam grande quantidade de esforço, a glicose é completamente oxidada na presença de O_2 . Entretanto, em alguns casos, as células musculares podem sofrer um déficit de O_2 e a glicose ser convertida em duas moléculas de ácido láctico. As equações termoquímicas para a combustão da glicose e do ácido láctico são, respectivamente, mostradas a seguir:



O processo anaeróbico é menos vantajoso energeticamente porque

- A libera 112 kJ por mol de glicose.
- B libera 467 kJ por mol de glicose.
- C libera 2 688 kJ por mol de glicose.
- D absorve 1 344 kJ por mol de glicose.
- E absorve 2 800 kJ por mol de glicose.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Por meio dos resultados relatados, percebeu-se que a produção de ATP teve certa notoriedade no ENEM. Além disso, observa-se que após algumas reformulações no perfil da avaliação, para o estudante conseguir resolver as questões ele deve aplicar os conceitos adquiridos a partir de suas aulas na educação básica. Fica evidente que uma aprendizagem mecânica não seria favorecida nesse formato de exame; pois, de acordo com a literatura esse tipo de recepção de conhecimento associa-se a uma aprendizagem não contestatória e de curta duração (OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018). Seria conveniente não só para esse formato de avaliação, mas também para a formação estudantil uma aprendizagem significativa vinculada ao ganho de informações por métodos mais flexíveis, que permita o protagonismo estudantil e corresponda às particularidades associadas a diversidade do público alvo (MORAES *et al*, 2014; BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017; OLIVEIRA & GONÇALVES, 2018).

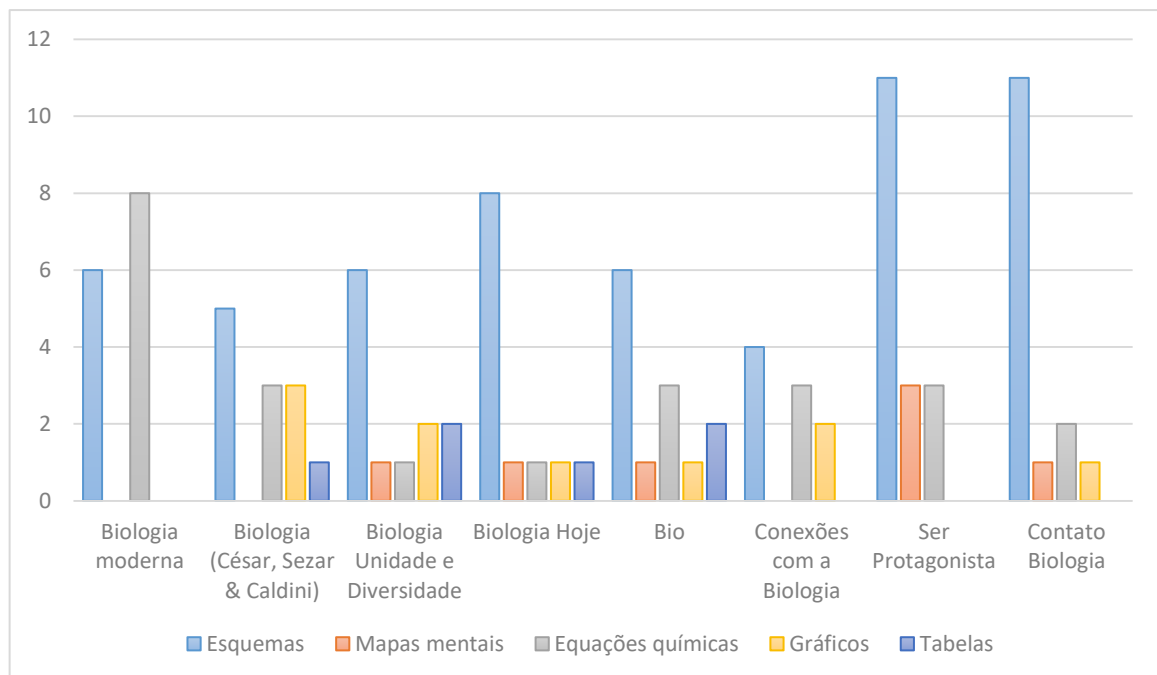
5.2. Resultados da análise de livros didáticos

Para enriquecer este estudo, 8 dos 10 livros didáticos Biologia aprovados para o PNLD 2018, foram analisados, a escolha do material em questão se deu na disponibilidade dos mesmos. Todas as coleções são organizadas em três volumes,

sendo que o primeiro deles foi escolhido devido ao fato de que o tema respiração celular geralmente é abordado na primeira etapa do ensino médio.

Ao perscrutar as obras didáticas percebeu-se que todas possuíam a temática em algum de seus capítulos; em média, 10 de suas páginas tinham textos direcionados ao conteúdo respiração celular e todo o conteúdo estava articulado aos objetivos das questões encontradas nas avaliações do ENEM após o ano de 2009. Sendo assim, todas as obras em questão seguiam os padrões do CBC (SECRETARIA DE ESTADO DE MINAS GERAIS, 2020), trazendo o conteúdo adaptado para os estudantes da educação básica. Os materiais didáticos analisados, apresentavam algumas formas diversas de linguagem, dentre elas a que mais destacou-se foi a adoção de desenhos, esquemas, dentre outros (GRÁFICO 1). Também observou-se a existência de alguns termos típicos do processo metabólico para a produção de ATP, e outros, que poderiam tornar o estudo de bioquímica dificultoso, embora sejam importantes para auxiliar no letramento científico. Além disso, todos os livros citaram a importância desse processo para os organismos, e expuseram bem que há distintos tipos de respiração celular, valorizando a existência da fermentação.

Gráfico 1: Formas de linguagem existentes nos livros didáticos analisados



Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Costa & Lorenzetti (2020) é fundamental que os alunos da educação básica consigam compreender alguns termos comuns da comunidade científica, por fazer com que o indivíduo reflita assuntos de cunhos distintos, tenha êxito em exercer o seu papel como cidadão e agente transformador do ambiente em que vive. O objetivo da biologia como ciência não é a fabricação de cientistas, mas sim, a produção de novos conceitos e conhecimentos, por meio da alfabetização científica para que o indivíduo passe a ter uma noção de como os cientistas produzem conhecimento e conseguem explicar fenômenos naturais, informações que são essenciais ao seu cotidiano (MOTOKANE, 2015).

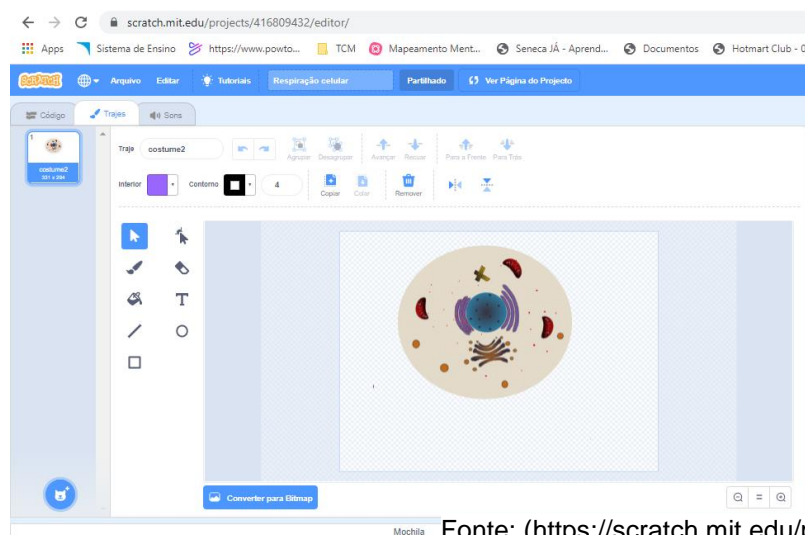
O ensino de Biologia é essencial para que o indivíduo reconheça a importância de inúmeros processos naturais que o cercam e a instrução dessa ciência na educação básica deve permitir que o estudante tenha uma visão abrangente sobre situações-problema, para que ele saiba posicionar-se e refletir sobre elas (TRAZZI & OLIVEIRA, 2016). E vale destacar os fundamentos de Motokane (2015), que aflora a ideia de incentivar o letramento científico não é o mesmo de que atuar na fabricação de cientistas, mas sim, na produção de indivíduos que conseguem compreender os percalços enfrentados até a divulgação de um estudo, permitindo a valorização do método científico.

Assim sendo, o livro didático é um adereço importante no processo de ensino, mas, não deve ser o único apetrecho a ser utilizado nas aulas, até porque ele se relaciona principalmente às aulas tradicionalistas que se vinculam a aprendizagem mecânica e interferem na motivação do educando (ALVES, MACHADO & FELIPE, 2020). Por isso, adotar outras ferramentas de ensino são fundamentais para enriquecer o trabalho do educador, e no ensino de bioquímica isso é primordial, já que muitas atividades de seu contexto ocorrem a nível molecular e aproximam-se da abstração (FURTADO & RISSOLI, 2019). Como sugestão, podemos citar a adoção de atividades que estimulam a aprendizagem significativa, e a ludicidade se adequa a esse quesito (STANSKI, 2016; MORAES-ORNELAS, 2018), dentre inúmeras atividades desse cunho podemos destacar a gamificação, que permite a construção de conceitos por meio de atividades mais divertidas, cativantes, e se adequam de certa forma ao construtivismo (FERREIRA, ANDRADE & FERNANDES, 2017).

5.3. Criação de um recurso pedagógico a partir da gamificação do Scratch

Tendo como embasamento os relatos da importância dos jogos para a aprendizagem, e resultados satisfatórios citados nos estudos de Baêta & Hornink (2019); Almeida & Ramos (2020) e Alves, Machado & Felipe (2020), na adoção de gamificações ao longo de atividades relacionadas ao metabolismo energético houve a criação de uma ferramenta digital para ser uma opção de recurso para professores que almejem abordar a temática respiração celular na educação básica. Para a produção do jogo houve um intenso estudo para compreender todas as funcionalidades do jogo e a lógica da estruturação dos algoritmos. A priori, ocorreu o planejamento do que se almejava adquirir por meio do jogo, a análise dos livros didáticos e das questões disponibilizadas nas últimas questões do ENEM foram fundamentais para a culminância da tarefa em questão, já que permitiram a visualização de quais habilidades são cruciais para que sejam consolidadas pelo estudante ao longo da educação básica; após este feito, escolheu-se a ferramenta para a efetivação do recurso digital. Dentre todas as opções, estudadas a mais prática foi o Scratch, justamente por disponibilizar seus comandos de uma forma simples, o seu acesso não ser complexo e também há opção de utilizá-la em seu modo off. Tudo o que é efetuado em seu modo online é salvo automaticamente, sendo que há ainda a opção de baixar todas as atualizações, e todo o código fica disponível no site do Scratch, inclusive os comandos utilizados para o seu funcionamento, a criação dos Sprites e escolha dos cenários (FIGURA 18).












Figura 18: Área de trabalho para a criação de Sprites



Após a escolha do Scratch como ferramenta, se deu a produção dos personagens que seriam essenciais para o jogo (QUADRO 1). Após o planejamento o jogo culminou na produção de três fases: a primeira- essencial para o educando refletir sobre a equação química e os distintos tipos de respiração celular, a segunda- envolvendo os componentes importantes para a execução do Ciclo de Krebs, e a última fase – abordando a cadeia respiratória. Para avançar cada etapa o jogador deveria atingir determinada pontuação e houve a criação de alguns empecilhos para esse feito.

Quadro 1: Personagens encontrados ao longo da primeira fase do jogo

Imagem	Personagem	Tipo de agente	Função no jogo	Observação
	Ácido acético	Químico	Demonstrar que pode ser um dos produtos da fermentação.	_____
	Ácido láctico	Químico	Demonstrar que pode ser um dos produtos da fermentação.	_____
	Água	Químico	Produto da respiração celular.	_____
	Álcool	Químico	Demonstrar que pode ser um dos produtos da fermentação.	_____
	ATP	Químico	Produto da respiração celular.	Sempre quando surge ao longo do jogo, aumenta a pontuação do usuário.
	Balão	Não se aplica	Demonstrar a liberação de gases ao longo da fermentação.	_____
	Célula eucarionte	Biológico	Receber glicose e oxigênio, para simular o metabolismo energético representado.	_____
	Célula morta	Biológico	Resultado da ação do cianeto/ monóxido de carbono no metabolismo.	_____
	Cianeto	Químico	Inibidor da respiração celular.	Quando utilizado na primeira etapa, zera a pontuação do jogador. Caso seja adotado na terceira fase, reduz os pontos do usuário.
	Dióxido de carbono	Químico	Produto da respiração celular.	_____
	Enxofre	Químico	Distrair o usuário.	_____

	Fósforo	Químico	Distrair o usuário.	—
	Glicose	Químico	Componente importante para a respiração celular.	—
	Hidrogênio	Químico	Atua na cadeia respiratória.	—
	Lipídio	Químico	Atua na respiração celular.	—
	Leveduras	Biológico	Mostrar que nem todo processo respiratório depende de oxigênio.	—
	Mitocôndria	Biológico	Demonstrar que há algum processo responsável pela alteração da glicose em piruvato.	—
	Monóxido de carbono	Químico	Inibidor da respiração celular.	Quando utilizado na primeira etapa, zera a pontuação do jogador. Caso seja adotado na terceira fase, reduz os pontos do usuário.
	Niconimanida adenina nucleotídeo (NAD)	Químico	Carregador de hidrogênio	Surge quando o piruvato é conduzido à mitocôndria (na primeira fase), ou quando o piruvato o acetil-CoA entram no ciclo de Krebs (segunda etapa do jogo).
	Oxigênio	Químico	Componente importante para a respiração celular aeróbia.	—
	Piruvato	Químico	Demonstrar que o componente que entra na mitocôndria não é a glicose, mas sim, o piruvato.	—
	Proteína	Químico	Atua na respiração celular.	—

Fonte: Dados da pesquisa

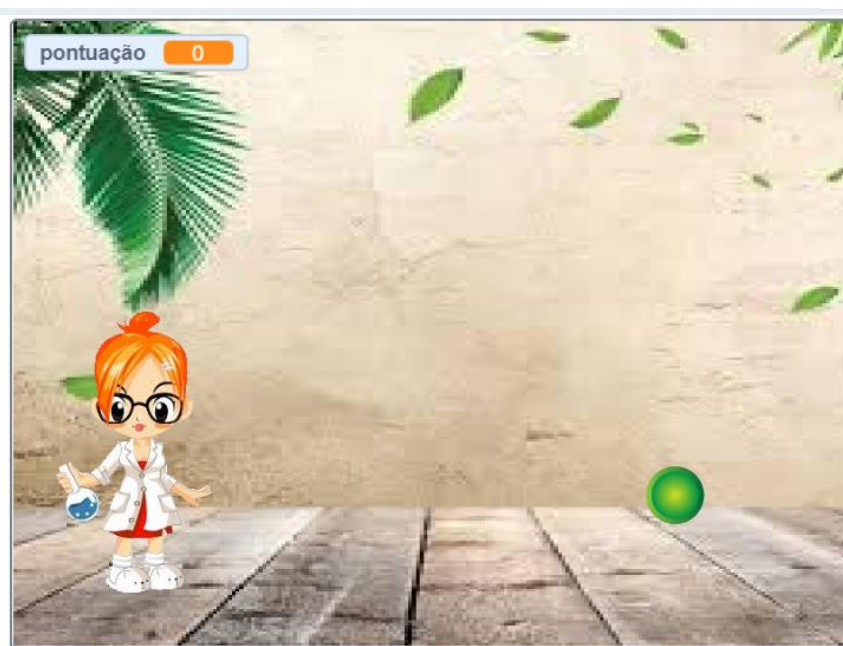
Na página inicial do projeto online estão disponíveis instruções e o objetivo do jogo (FIGURA 19): a produção de trifosfato de adenosina (ATP) – um componente molecular energético essencial para a fisiologia celular (REECE *et al*, 2015). Para receber os jogadores, foi criada uma página de iniciação, nela um avatar personificado por uma cientista ficou responsável por dar as instruções aos usuários, para que eles consigam efetivar as atividades do jogo. Também foi disponibilizado um botão de iniciação para que o indivíduo possa escolher o melhor momento de começar as suas atividades (FIGURA 20).

Figura 19: Página do projeto



Fonte: (<https://scratch.mit.edu/projects/416809432>).

Figura 20: Frame de iniciação do jogo



Fonte: (<https://scratch.mit.edu/projects/416809432>).

Após a iniciação, o jogador se deparava com a primeira fase do jogo, nela estão alguns Sprites que poderiam ser arrastados quando um indivíduo clica sob eles e a voz do avatar da tela de iniciação instrui os jogadores a mover os personagens até as imagens que situavam no canto inferior da tela. Ao entrar nesta fase, nos primeiros instantes há o comando para que cada Sprite demonstre o que representa, a maior parte deles foi desenhada pela pesquisadora. No canto superior está disponível um

potencial. Entretanto, a produção dessa molécula energética não se dá de forma imediata, existem etapas que são responsáveis para isso, e a primeira delas é denominada glicólise (RODWELL *et al*, 2017). Na gamificação, esse processo não está tão evidente, mas há evidências da sua necessidade, uma vez que a molécula de glicose não consegue liberar energia ao ser conduzida diretamente à mitocôndria, e quando o piruvato é conduzido até ela, isso acontece.




Quando o jogador alcança 35 pontos, fazendo com que as leveduras realizem fermentação, a célula e a mitocôndria produzam ATP. Ele então será conduzido à segunda fase do jogo: o Ciclo de Krebs. Na respiração celular, após a metabolização de compostos orgânicos ocorre a formação de um componente denominado acetil-CoA, esse componente atua na oxidação do CO_2 no Ciclo de Krebs (um conjunto de processos químicos que culminam na construção e desconstrução de moléculas, em que há produção de ATP, liberação de CO_2 e íons H^+) (RODWELL *et al*, 2017). Como esses processos ocorrem após a primeira etapa da respiração celular, ela foi selecionada para representar a segunda fase do jogo (FIGURA 22), nessa etapa houve a inserção de alguns componentes a mais (QUADRO 2).

Figura 22: Segunda fase do jogo: Ciclo de Krebs



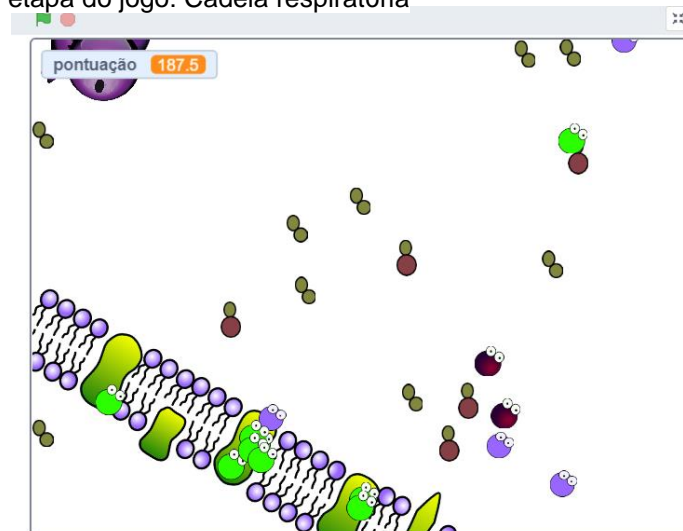
Fonte: (<https://scratch.mit.edu/projects/416809432>).

Quadro 2: Sprites da segunda fase do jogo

Imagem	Personagem	Tipo de agente	Função no jogo	Observação
	Acetil-coA	Químico	Componente essencial para o início do Ciclo de Krebs.	—
	Ciclo de Krebs ou Ciclo do ácido cítrico	Químico	Etapa metabólica que resulta na desconstrução e construção de compostos orgânicos, em que há liberação de ATP, CO_2 e íons H^+	—
	Flavina-adenina dinucleotídeo (FAD)	Químico	Carregador de hidrogênio.	Surge quando o piruvato ou o acetil-coA entram em contato com o Ciclo do Ácido cítrico.

Fonte: Dados da pesquisa

Quando o jogador atingir 150 pontos, imediatamente surge uma troca de componentes e ele será conduzido à cadeia respiratória, que corresponde a terceira e última etapa da respiração celular aeróbia (FIGURA 23). O processo metabólico em questão, ocorre nas cristas mitocondriais e é responsável pela liberação de um maior saldo energético de ATP, corresponde também a uma fase em que há o aproveitamento dos íons H^+ e gás oxigênio (O_2), para a formação de água (H_2O) (RODWELL *et al*, 2017). Os venenos cianeto e monóxido de carbono passam a exercer a função de dificultadores e quando entram em contato com a membrana mitocondrial, reduzem a pontuação do jogador.

Figura 23: Terceira etapa do jogo: Cadeia respiratória

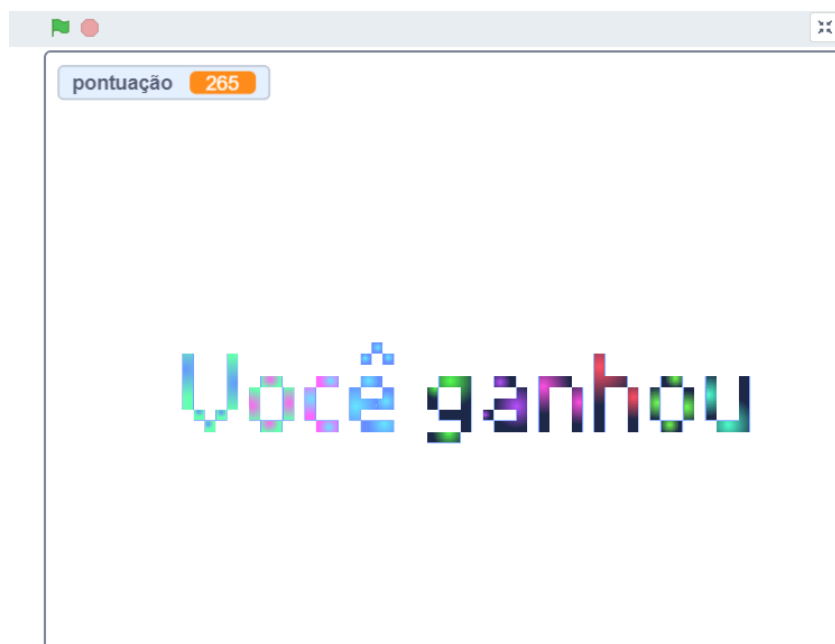
Fonte: (<https://scratch.mit.edu/projects/416809432>).

Conforme RODRIGUES, COLATRELI & YAMAGUCHI (2020), o cianeto é uma toxina adquirida a partir da popular *mandioca brava* (*Manihot esculenta* Crantz), que age na cadeia respiratória inibindo a sua ação enzimática e por isso, desencadeia a morte de um organismo.

“Além disso, nos eritrócitos humanos, o cianeto é substância considerada metahemoglobinizante interferindo na reação da oxidação e redução do ferro, o que impede a ligação do átomo de O_2 (oxigênio) a molécula de hemoglobina na hemácia, produzindo assim hipóxia nos tecidos [...]. também são capazes de dificultar a atividade da anidrase carbônica, o que confere ao indivíduo exposto maior susceptibilidade a acidose metabólica” (LEAL *et al.* 2020).

O monóxido de carbono foi utilizado como um redutor de pontuação, porque quando inalado impede a absorção adequada de (O_2), por isso, acaba inibindo a concretização da cadeia respiratória e desencadeia a intoxicação de um indivíduo. Também age como um bloqueador da cadeia enzimática associada à respiração celular, assim como o cianeto, e também como o sulfeto de hidrogênio (RODWELL *et al.*, 2017). Então para que o jogador consiga vencer o jogo, ele deve utilizar o NADH, o FADH, e os oxigênios para a produção de ATP, assim quando atingir 250 pontos, vence o jogo (FIGURA 24).

Figura 24: Última tela do jogo



Fonte: (<https://scratch.mit.edu/projects/416809432>).

Após a criação de todas as etapas descritas, foram realizados inúmeros testes para verificar funcionalidade, usabilidade e possíveis alterações. Em seguida, houve a disponibilização do jogo para que educadores, discentes ou demais usuários possam acessá-lo, sendo que qualquer indivíduo que tenha o seu link de acesso pode acessá-lo e o App, inclusive, permite alterações no código, por isso, o arquivo original foi salvo em uma versão off. O recurso permanece ativo no site <https://scratch.mit.edu/>, e pode ser utilizado por docentes e discentes, de etapas e redes distintas de ensino, um total de 37 novos usuários já o visualizaram, mas, ainda não deixaram as suas críticas em prol da melhoria da ferramenta em questão. Para que o jogo seja utilizado por esse público foi produzido um manual contendo todas as informações que favorecerão a sua adoção, além disso, foram deixadas algumas dicas para que o usuário tente inclusive criar as suas próprias gamificações (APÊNDICE A). Então, a validação da usabilidade do game é uma perspectiva para um futuro estudo.

7. CONCLUSÃO

A partir dos dados expostos, conclui-se que ainda há necessidade de diversos estudos voltados para o enriquecimento de estratégias de ensino que poderiam ser aplicáveis nos conteúdos vinculados à bioquímica na educação básica. Inclusive, ao se abordar o tema metabolismo energético nesse seguimento de ensino há necessidade de atividades que atraiam a atenção do discente. Um dos fatores que ilustra isso é o quão relevante o entendimento da temática em distintos organismos, devido a dependência para a sua sobrevivência e outros processos. Também pode-se usar como base que as próprias questões encontradas nas últimas avaliações do ENEM, exigem que o estudante reflita sobre os processos que culminam a produção de ATP, as mesmas necessitam de um certo grau de interpretação e de fundamentos de uma aprendizagem efetiva. Até os livros didáticos aprovados pelo PNDL de 2018 seguem informações condizentes com as propostas do ENEM e favorecem o letramento científico, porém, ainda há necessidade de recursos que atraiam e agucem a curiosidade do educando. Utilizar esse recurso tem a sua significância, mas, vale ressaltar que ele não deve ser o único adereço no processo de ensino. Por isso, há necessidade do educador buscar novas ferramentas para enriquecer o seu trabalho em prol de uma aprendizagem significativa e como opção tem-se a gamificação.

A vantagem de se utilizar ferramentas de tal cunho fundamenta-se no quesito motivacional do educando e na oportunidade de torná-lo protagonista no processo de ensino e construtor de conceitos. Ademais, como sugestão de ferramenta para este feito há o Scratch, por meio desse estudo observou-se que o mesmo favorece as atividades didáticas, já que permite a criação de novos protótipos inclusive por parte dos educandos; mas, ao contrário do que foi encontrado na literatura, a utilização do Scratch exige um pouco de conhecimento sobre fundamentos de informática e de criação de algoritmos (embora de fato, seja mais simples de ser adotado em comparação aos compiladores utilizados para a programação e que exigem conhecimentos de algum tipo de linguagem computacional). Assim sendo, percebe-se que é de extrema importância que os discentes apresentem conhecimentos no mínimo de nível intermediário para aplicar o game em suas aulas e aperfeiçoá-lo, então, seria interessante que a própria formação acadêmica dos mesmos, apresentassem disciplinas que auxiliassem neste processo.

Por isso, pode-se dizer que também se adequaria no incentivo da introdução de programação na educação básica, na interdisciplinaridade e também, ser adotado para unir professor e aluno, por meio da busca de uma inovação tecnológica. Já que não se pode sonegar a existência das ferramentas tecnológicas em nosso cotidiano e também no ambiente estudantil. Além do mais, a adoção do jogo didático criado não implica gastos monetários por parte de seus usuários, podendo ser utilizado nos modos online e off-line, não dependendo da internet para a sua utilização, mas sim de computadores, tablets, notebooks, smartphones e afins. Por fim, ressalta-se que há inúmeras possibilidades de aplicações do produto deste estudo e também, não se pode sonegar a possibilidade de futuros estudos.

REFERÊNCIAS

_____. Brasília: Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). Orientações curriculares do Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2004.

_____. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, volume 2.

_____. Brasília: Ministério da Educação (MEC), PORTARIA Nº 62, 2017. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Programa Nacional do Livro Didático. PNLD 2018, Obras aprovadas.

_____. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017. BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. Conteúdo Básico Comum – Biologia (2020). Educação Básica – Ensino Médio.

ALBERTS, B. et al. Fundamentos da biologia celular – 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2011. 864p.

ALBUQUERQUE, M. A. C. et al. Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência. Rev. bras. educ. med., Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 137-142, mar. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022012000100019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: fev. 2020.

ALBUQUERQUE, E. B. C.; FERREIRA, A. T. B. Programa nacional de livro didático (PNLD): mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 27,

n. 103, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362019000200250 &lng=pt&nrm=iso>. Acesso: set. 2020

ALMEIDA, V. O.; MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 30, n.4, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000400009 &lng=en&nrm=iso>. Acesso: ago. 2020.

ALMEIDA, M. E. F. DE; RAMOS, J. A. DE S. C. Uso do lúdico no ensino de rotas bioquímicas. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 10, p. 1-19, 22 abr. 2020.

ALVES, A. F.; MACHADO, L.S.; FELIPE, C. F. B. ARminoGame: Um jogo colaborativo com Realidade Aumentada para Ensino de Bioquímica Estrutural, 2020. Anais do Congresso sobre tecnologias na Educação (Ctrl+E). Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/11426/11289>>. Acesso: ago. 2020.

ALVES, F. Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática. 2ª Edição. São Paulo: DVS Editora, 2015. 200p.

AMABIS, J. M. Biologia moderna: Amabis & Martho – 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2016. 299p.

ARAUJO, I.; CARVALHO, A. A. Gamificação no ensino: casos bem-sucedidos. Revista observatório. Vol.4, 2018. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/4078/13307>>. Acesso: set. 2020.

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. 430p.

BAÊTA, F. J. M.; HORNINK, G.G. As aventuras de Kreber: jogo digital sobre o metabolismo energético. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 17, n.1, 2019. Disponível em: <<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/863/663>>. Acesso em: ago.2020.

BARBOSA, J. U. *et al.*; Analogias para o ensino de bioquímica no nível médio. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)* vol.14 no.1 Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172012000100195&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: fev.2019.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 1ª Edição. São Paulo: Edições 70,2016. 141p.

BEAR, M.F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M.A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4 Edição. Porto Alegre: Artmed, 2017. 1016p.

BECKER, M. *A lógica do Jogo: Recriando clássicos da história dos videogames*. São Paulo: Casa do Código, 2016. 293p.

BERG, J. M.; TYMOCZKI, J.L.; STRYER, L. *Bioquímica – 7. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 1912p.*

BERNARDO, L. C. *et al.* O tutor como agente facilitador do processo de ensino e aprendizagem: uma experiência na disciplina de Bioquímica Metabólica. *Revista de Ensino de Bioquímica*. v.17, n.2, 2019. Disponível em: <<http://doi.org/10.16923/reb.v17i0.856>>. Acesso: ago. 2020.

BIZZO, N. *Ciências biológicas. Um pouco de história brasileira das ciências biológicas no Brasil, 2009* <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/07Biologia.pdf> >. Acesso em: dez. 2019.

BIZZO, N. *Pensamento científico: a natureza da ciência no ensino fundamental*. 1 ed. São Paulo: Melhoramentos. 2012. (Série como eu ensino) 176p.

BIZZO, N. *Novas bases da Biologia*. 2ª Edição. São Paulo: Ática, 2014. V3. 424p.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000. 244p.

BRASIL, ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Dados estatísticos. PNLD 2018, Brasília: DF. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>>. Acesso: set. 2020

BRASIL. MANUAL Instruções para solicitação de Reserva Técnica pelas Escolas. PNLD. 2020, Brasília: DF. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/manuais-pdde-simec>>. Acesso em: set. 2020

BUSARELLO, R. I. Gamification: princípios e estratégias. Raul Inácio Busarello. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016. 126p.

CALVETTI, E.S.; LACERDA, R. T. O; BERNARDES, M.L. Um estudo bibliométrico sobre avaliação de desempenho no processo de desenvolvimento ágil de software sob a perspectiva do construtivismo. Revista Brasileira de Gestão e Inovação - Brazilian Journal of Management & Innovation. v.6, n.3,2019. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/RBGI/index>>. Acesso: ago. 2020.

CARVALHO, A. M. et al. Ensino por investigação: condições para a implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learnig, 2013, 156p.

CATANI, A. et al. Ser protagonista: Biologia, 1º ano: ensino médio: organizadora Edições SM – 3 ed – São Paulo: Edições SM, 2016, 290p.

CINTRA, Elaine Pavini; MARQUES JUNIOR, Amaury Celso; SOUSA, Eduardo Carvalho de. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 22, n. 3, p. 707-725, set. 2016. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132016000300707&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: set. 2020.

CHANDLER, H. M. Manual de produção de jogos digitais. 2ª Edição. São Paulo: Bookman, 2012.

CORTELAZZO, A. L.; LOURENÇO, L. B. Metodologia da sala de aula invertida como estratégia para o ensino da fotossíntese. Revista de Ensino de Bioquímica. v.7, n.2, 2019. Disponível em: <<http://doi.org/10.16923/rev.v17i0.856>>. Acesso: ago. 2020.

COSTA, E. M.; LORENZETTI, L. A promoção da alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental por meio de uma sequência didática sobre crustáceos. RBECM, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 11-47, 2020. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/10006/114115258>>. Acesso: set. 2020.

COTTA ORLANDI, T. R. et al. Gamificação: uma nova abordagem multimodal para a educação, Pittsburgh, n. 70, p. 17-30, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-47302018000100017&lng=es&nrm=iso>. Acesso: set. 2020.

DUTRA, R. S. et al. O que mudou no desempenho educacional dos Institutos Federais do Brasil?. Ensaio: aval.pol.públ.Educ., Rio de Janeiro, v. 27, n. 104, p. 631-653, set. 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362019000300631&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: set. 2020.

DUSO, L. et al. MODELIZAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE DIDÁTICA NO ENSINO DE BIOLOGIA. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 29-44, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172013000200029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: fev. 2020.

ENEM 2009 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2010 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2011 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2012 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2013 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2014 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2015 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2016 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2017 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em:<<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2018 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em: <<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em jun. 2020.

ENEM 2019 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em: <<http://www.enem.inep.gov.br>>. Acessado em março de 2010.

FADEL, L. M. et al. Gamificação na Educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300p.

FAVARETTO, J. A. Biologia unidade e diversidade, 1º ano – 1ª Edição – São Paulo, 2016. 388p.

FERNANDES, C. W. R.; RIBEIRO, E. L. P. Games, gamificação e o cenário educacional brasileiro. Educação e tecnologias inovação em cenários em transição. 2018. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/344/498>>. Acesso em: set. 2020.

FERREIRA, M. A.; ANDRADE, P. J.; FERNANDES, M. C. Tecnologias educativas como estratégias de construção de conhecimento com base no método construtivista. Revista de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras, n. 2, suplementar, p. 159 - 165, 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/309/pdf>>. Acesso em: ago. 2020.

FERREIRA, M. et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 42, e20200057, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172020000100614&lng=en&nrm=iso>. Acesso: ago. 2020.

FLORA, A. Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática. 1ª Edição: São Paulo: DVS Editora, 2014. 200p.

FRAGELLI, T. B. O. Gamificação como um processo de mudança no estilo de ensino aprendizagem no ensino superior: um relato de experiência. *Revista Educacional de Educação Superior*. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8650843/16979>>. Acesso: set. 2020.

FRAGELLI, R. R.; FRAGELLI, T. B. O. Trezentos: a dimensão humana do método. *Educ. rev.*, Curitiba, n. 63, p. 253-265, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602017000100253&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: ago. 2020.

FREITAS, A. L. P. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. *Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural - CBME InFormação*, n.11, 2006. Disponível em: . <http://cbme.usp.br/cbme/index.php/news_site/sala_dos_professores/reportagens_e_intrevistas_e_artigos/educacao_e_difusao_de_ciencia/bioquimica_do_cotidiano_para_as_salas_de_aula>. Acesso: jan. 2019.

FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. *Revista de Administração*, São Paulo v.35, n.3, p.105-102, 2000.

FURTADO, A. C.; RISSOLI, V. R. V. Tecnologia 'Inteligente' Associada a Aprendizagem Significativa em Bioquímica, 2019. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação. *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*. DOI: 10.5753/cbie.wie.2019.560

GARDNER, Howard et al. *Inteligências múltiplas ao redor do mundo*, Porto Alegre: Artmed, 2010. 433p.

HOLLAS, Justiani; BERNARDI, Lucí T. M. dos Santos. O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e as competências para uma Educação Estatística Crítica. *Ensaio: aval.pol.públ.Educ.*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 106, p. 110-134, mar. 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362020000100110&lng=pt&nrm=iso>. Acessos: set. 2020.

HYPOLITO, A. M.; JORGE, T. OCDE, PISA e Avaliações em larga escala no Brasil: Algumas implicações. Sisyphus Journal of education, Volume 8, 2020. Disponível em: <[3https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/18980](https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/18980)>. Acesso: set. 2020.

KRASILCHIK, Myriam. REFORMAS E REALIDADE o caso do ensino das ciências. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, 14(1) 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>>. Acesso em: jan. 2020.

KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia.4º Edição. São Paulo: Editora da Universidade Federal de São Paulo,2008.

KRASILCHIK, Myriam; SILVA, Rosana Louro Ferreira; SILVA, Paulo Fraga da. PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EXPRESSAS NOS PERIÓDICOS SCIENCE E NATURE. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 192-207, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000100192&lng=en&nrm=iso>. Acesso: fev. 2020.

LADISLAU, D. E. O. O professor de Biologia do ensino médio e o mercado de trabalho de Santa Catarina. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/Priscila/Downloads/artigo_o_professor_de_biologia_e_o_mercado_de_trabalho_de_santa_catarina%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Priscila/Downloads/artigo_o_professor_de_biologia_e_o_mercado_de_trabalho_de_santa_catarina%20(1).pdf)>. Acesso: fev. 2020.

LAPPONI, J.C. Estatística usando Excel. Quarta Edição: Lapponi Treinamento e Editora, São Paulo, 2005. 476 p.

LEAL, A. R. et al. Perfil toxicológico e oxidativo de comerciantes de Tacacá expostos ao cianeto no município de Belém/PA. v. 12 n. 4: Revista Eletrônica Acervo Saúde, 2020. Disponível em: <<https://www.acervomais.com.br/index.php/saude/issue/view/137>>. Acesso em: set. 2020.

LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores. 1ª ed. Uberlândia - MG: Edibrás, 2018. 163p.

LIMA, P. S. N. et al. Análise de dados do Enade e Enem: uma revisão sistemática da literatura. Avaliação (Campinas), Sorocaba, v. 24, n. 1, p. 89-107, 2019 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772019000100089&lng=en&nrm=iso>. Acesso: set. 2020.

LOPES, S. Bio, volume 1/ Sônia Lopes, Sergio Rosso. 3. Ed.: São Paulo: Saraiva, 2016. 386p.

LORENZETTI, L., & COSTA, E. (2020). A promoção da alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental por meio de uma sequência didática sobre crustáceos. Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática, 3(1). Disponível em: <<https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i1.10006>>. Acesso: ago.2020.

MACHADO, M. H.; MEIRELLES, R. M. S. Da “LDB” dos anos 1960 até a BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de Biologia no Brasil. Debates em Educação, Maceió, v. 12, n. 27, p. 163-181, jun. 2020. ISSN 2175-6600. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/8589>>. Acesso em: set. 2020

MARJI, M. Aprenda a programar com Scratch: Uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática. 1ª Edição. São Paulo: Novatec. 2014.288p.

MEDEIROS, S. C. S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 N°3, 2009. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART9_Vol8_N3.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

MENEGHETTI, R. C. G.; REDLING, J. P. Tarefas alternativas para o ensino e a aprendizagem de funções: análise de uma intervenção no Ensino Médio. Bolema vol.26 no.42A Rio Claro. 2012. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2012000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso: jun. 2020.

MORAES, D. W. et al. Docinhos e ensaios de não inferioridade: uma experiência pedagógica criativa. Revista bras. educ. med. vol. 38. n3. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022014000300016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: jul. 2020.

MORAES-ORNELLAS, V. Ensino e aprendizagem para professores de ciências e biologia, eBook, 2018. 137p.

MOURA, J. H. C.; IGLESIAS, J.O.V.; ROSA, M. I. P. O Discurso da Integração Curricular nas provas do ENEM: a interface entre a Biologia e a Química. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1560-1.pdf>>. Acesso em: mar. 2020.

MOREIRA, L. C. et al. O ensino de Biologia por investigação e problematização: uma articulação entre teoria e prática. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista Vol. 5, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/viewFile/1464/842>>. Acesso: set. 2020.

MOTOKANE, M. T. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS E ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE ECOLOGIA. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 115-138, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400115&lng=en&nrm=iso>. Acesso: fev. 2020.

NETO, J. C.; MARCOMINI, J. T. S.; BUENO, L. G. O uso das Tecnologias Digitais em contextos de ensino: Scratch, Logo e Objetos de Aprendizagem. Res., Soc. Dev. 2019. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7164526>>. Acesso: set. 2020.

NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 6ª Edição: Porto Alegre: Artmed, 2014. 1250p.

NEVES, R. M. C. Ensinar história e filosofia da ciência diante de tendências curriculares contemporâneas (e novíssimas?) da educação básica do Brasil. In SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2016, Florianópolis. Anais Eletrônicos ... Florianópolis, SBHC. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19450>>. Acesso: fev. 2020.

OGO, M. Y.; GODOY, L. P. #Contato biologia, 1º ano – 1. ed. – São Paulo: Quinteto Editorial, 2016. 290p.

OLIVEIRA, G. P.; GONCALVES, M. D. Construções em Geometria Euclidiana Plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias. Bolema, Rio Claro, v. 32, n. 60, p. 92-116, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2018000100092&lng=en&nrm=iso>. Acesso: jul. 2020

PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, Nº 2, 2007. Disponível em: <http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf>. Acesso: jan. 2020.

RAMOS, H. V. et al. A Utilização do Software Educacional “Aprenda Scratch” no Letramento em Programação por Alunos de Curso Técnico em Informática a Distância. In: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS (ENCOMPIF), 2019, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/encompif.2019.6352>>. Acesso: set. 2020

REECE, J. B. et al. BIOLOGIA DE CAMPBELL. 10 Edição. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1442 p.

REIS, A.; PETERSSON, K. M.; FAÍSCA, L. Neuroplasticidade: Os efeitos de aprendizagens específicas no cérebro humano. In C. Nunes, & S. Jesus (Eds.), Temas atuais em Psicologia. Faro: Universidade do Algarve, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Alexandra_Reis/publication/50809628_Neuropla

sticidade_Os_efeitos_de_aprendizagens_especificas_no_cerebro_humano/links/57222add08aee491cb32e0a9.pdf>. Acesso: ago. 2020.

RODRIGUES, C. N.; COLATRELI, O. P.; YAMAGUCHI, K. K. L. A valorização dos saberes tradicionais utilizando o tucupi amazônico como ferramenta para o ensino de Ciências. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 519-539, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i2.9968. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9968>. Acesso: set. 2020.

RODWELL, V. W. Bioquímica ilustrada de Harper. – 30. ed. –Porto Alegre: AMGH, 2017. 832p.

SANTIAGO, H. C. C. F. et al. Como opinam os professores acerca da prova do ENEM? O caso da disciplina Biologia. Brazilian Journal of Development. v.6, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8465>>. Acesso: set. 2020.

SARMENTO, A. C. H. et al. Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 19, n. 3, p., 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso: ago. 2020.

SAVI, R. et al. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. Revista novas Tecnologias na Educação. v.8, n.3, 2010. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/18043/10630>>. Acesso: ago. 2020.

SAVI, R.; BORGATTO, A.F.; WANGENHEIM, C.G. Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software. Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)/São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Christiane_Gresse_von_Wangenheim/publication/221252125_A_Model_for_the_Evaluation_of_Educational_Games_for_Teaching_Software_Engineering/links/53ff42980cf236d97848be53.pdf>. Acesso: ago. 2020.

SAVIANI, Dermeval. Vicissitudes e perspectivas do direito à educação no Brasil: abordagem histórica e situação atual. *Educ. Soc.* [online]. vol.34, n.124, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302013000300006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: jan. 2020.

SAVIANI, Dermeval. Democracia, educação e emancipação humana: desafios do atual momento brasileiro. *Psicol. Esc. Educ.* [online]. 2017, vol.21, n.3. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572017000300653&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: fev. 2020.

SCAICO, P.D. et al. Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com Scratch. *Anais do WIE*, 2012. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2112>>. Acesso: ago. 2020.

SILVA, J. B; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo , v. 41, n. 4, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172019000400502&lng=en&nrm=iso>. Acesso: set. 2020.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. *Biologia, Volume 1 – 12. Ed.* – São Paulo: Saraiva, 2016. 289p.

SILVA, R. C. F.; SOUZA, V. C. A. Investigação das habilidades e competências trazidas nas questões de química do ENEM 2009-2017 a partir da análise de conteúdo de Bardin. *Revista Ciências & Ideias*. v.9, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332659607_INVESTIGACAO_DAS_HABILIDADES_E_COMPETENCIAS_TRAZIDAS_NAS_QUESTOES_DE_QUIMICA_DO_ENEM_2009-2017_A_PARTIR_DA_ANALISE_DE_CONTEUDO_DE_BARDIN>. Acesso: set. 2020.

SOLNER, T.B. et al. O ENSINO DE BIOQUÍMICA NO BRASIL: UM OLHAR PARA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2019. *Revista Debates em Ensino de Química*. Disponível em: <<http://ead.codai.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2311/482483270>>. Acesso: ago. 2020.

STANSKI, C. et al. Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. *Hochnea*. Vol. 43. n1. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062016000100019&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso: jul. 2020.

THOMPSON, M; RIOS, E. P. *Conexões com a Biologia* – 2. Ed. – São Paulo: Moderna, 2016. 275p.

TODA, A. M. et al. Um processo de Gamificação para o ensino superior: Experiências em um módulo de Bioquímica. *Anais do Workshop de Informática na escola*. 2016. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6856>>. Acesso: set. 2020.

TRAZZI, P. S. S.; OLIVEIRA, I. M. O PROCESSO DE APROPRIAÇÃO DOS CONCEITOS DE FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR POR ALUNOS EM AULAS DE BIOLOGIA. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172016000100085&lng=en&nrm=iso>. Acesso: mar. 2020.

VARELA, H. *Scratch: Um jeito divertido de aprender programação*. São Paulo: Casa do Código, 2017. 217p.

WALDHELM, M. C. V. *Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência?: o papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais*. 2007. 244 f. Tese Doutorado em Educação: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ZANCHETTIN, Fábio. O fim da divulgação dos resultados do Enem por escola: uma breve reflexão sobre a avaliação das políticas públicas e o acesso à informação. *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 5, p. 971-985, out. 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122018000500971&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 set. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Manual do jogo respiração celular



O que é Scratch?

O Scratch é um programa computacional criado pelo Media Lab do MIT em 2007, utilizado para a criação de jogos, animações e demais atividades por meio de comandos simples, executados por meio de encaixe de pequenos blocos, sem a utilização de uma linguagem de programação.

Atualmente está disponível em sua versão on-line no endereço eletrônico: <https://scratch.mit.edu>; e a sua utilização, se dá por qualquer usuário de forma gratuita.

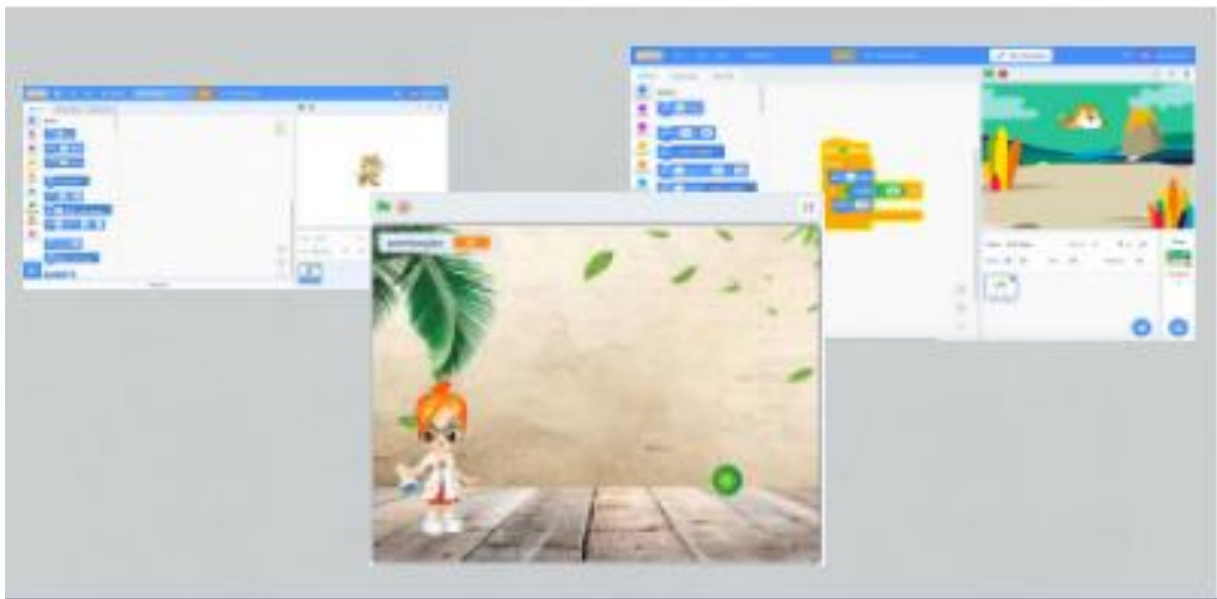
O recurso em questão também pode ser utilizado em sua versão off para criações de inúmeros projetos, que podem posteriormente ser carregados para a página on-line.



Origem do jogo

Então, sabendo-se da funcionalidade do App, foi elaborada uma gamificação sobre a respiração celular para ajudar discentes a compreenderem melhor o conteúdo, e também oferecer a inúmeros docentes uma ferramenta gratuita que pode incrementar o seu trabalho.

Sendo assim, as próximas páginas apresentam orientações sobre a utilização do mesmo, e também, dicas que podem ser utilizadas para as suas criações próprias.



Pra quê jogar?

Por meio do jogo você conseguirá compreender alguns tópicos essenciais de um dos processos metabólicos mais importantes para a sobrevivência dos seres vivos como um todo!

ENTENDENDO O JOGO...

O jogo em questão foi ajudar os docentes de Biologia com o intuito de fornecer uma opção alternativa para o enriquecimento de suas aulas.

Desenvolvido para que estudantes do ensino médio, consigam compreender um fenômeno bioquímico complexo, por meio da gamificação.



Ele foi organizado em três etapas, com os seguintes objetivos:

- Primeira- componentes importantes para a execução da respiração celular
- Segunda- ciclo de Krebs
- Terceira- cadeia respiratória

Existe ainda, a possibilidade de você alterar o game conforme suas necessidades, e nas páginas a seguir, você encontrará não só uma instruções sobre a utilização do recurso, mas também dicas de implementação.



Como utilizar o jogo ?

START

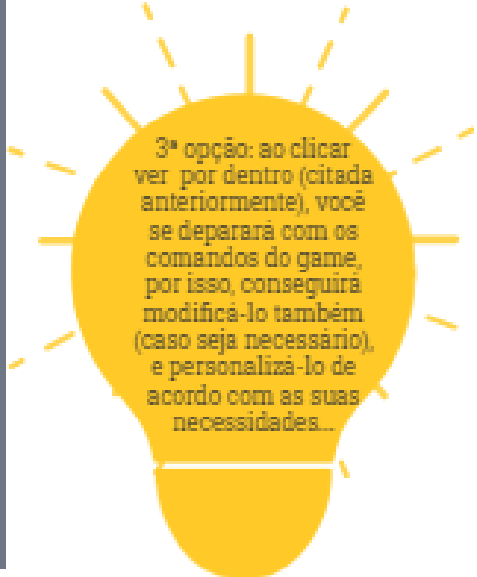
1ª opção: sem alterar o game

Você simplesmente copiará o endereço digital listado a seguir, colará na guia do seu navegador, e em seguida o recurso será carregado em sua versão on-line.
<<https://scratch.mit.edu/projects/416809432/fullscreen/>>

2ª Opção: Versão off-line

- Copie e cole o endereço eletrônico em seu navegador:
<https://scratch.mit.edu/projects/416809432/>
- Clique na opção: Ver por dentro
- Escolha no item arquivo, a opção descarregar para o meu computador.

OBS.: Para executar o arquivo do jogo é interessante que você baixe o App da versão off do Scratch disponível em:
<https://scratch.mit.edu/download>.



3ª opção: ao clicar ver por dentro (citada anteriormente), você se deparará com os comandos do game, por isso, conseguirá modificá-lo também (caso seja necessário), e personalizá-lo de acordo com as suas necessidades...



Começando a jogar:

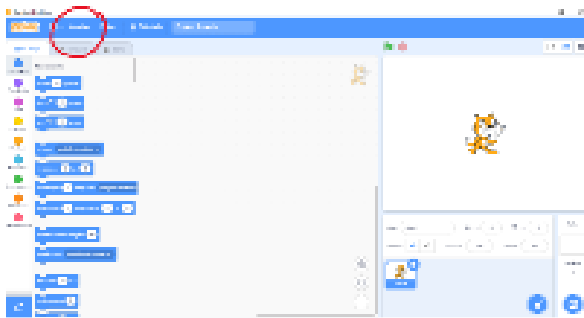
Versão on-line:

Você deve copiar e colar este endereço eletrônico em seu navegador:

<https://scratch.mit.edu/projects/416809432/fullscreen/>

Então surgirá em sua tela a imagem ao lado.

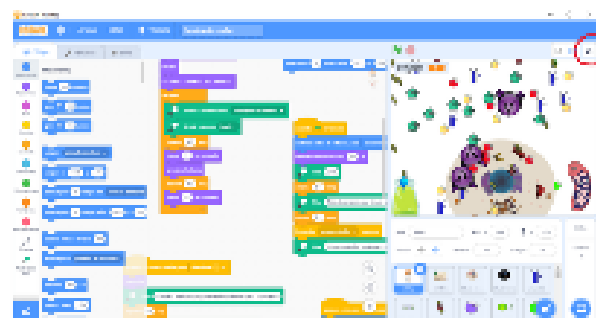
Após isso, clique na bandeirinha verde para iniciar.



Opção off
Abra o App Scratch
Clique em Arquivo
- Carregar do seu
computador
Você se deparará com o
frame de trabalho, por
isso, deverá clicar no
local indicado pela
ilustração abaixo.



Após os
procedimentos
você se deparará
com a tela de
iniciação



Apresentando os personagens

Cientista- te dará algumas orientações sobre o funcionamento do jogo



Ouçá o que ela tem a lhe dizer



Sou o Acetil-coA



Também posso ser um dos produtos da fermentação, sou o ácido acético!



Meu nome é ácido acético, sou um dos produtos da fermentação



Me chamam de álcool! Muito prazer!!!



Conhecendo os personagens

Olá! Eu represento a molécula de água.

Sou o objetivo do jogo: o ATP

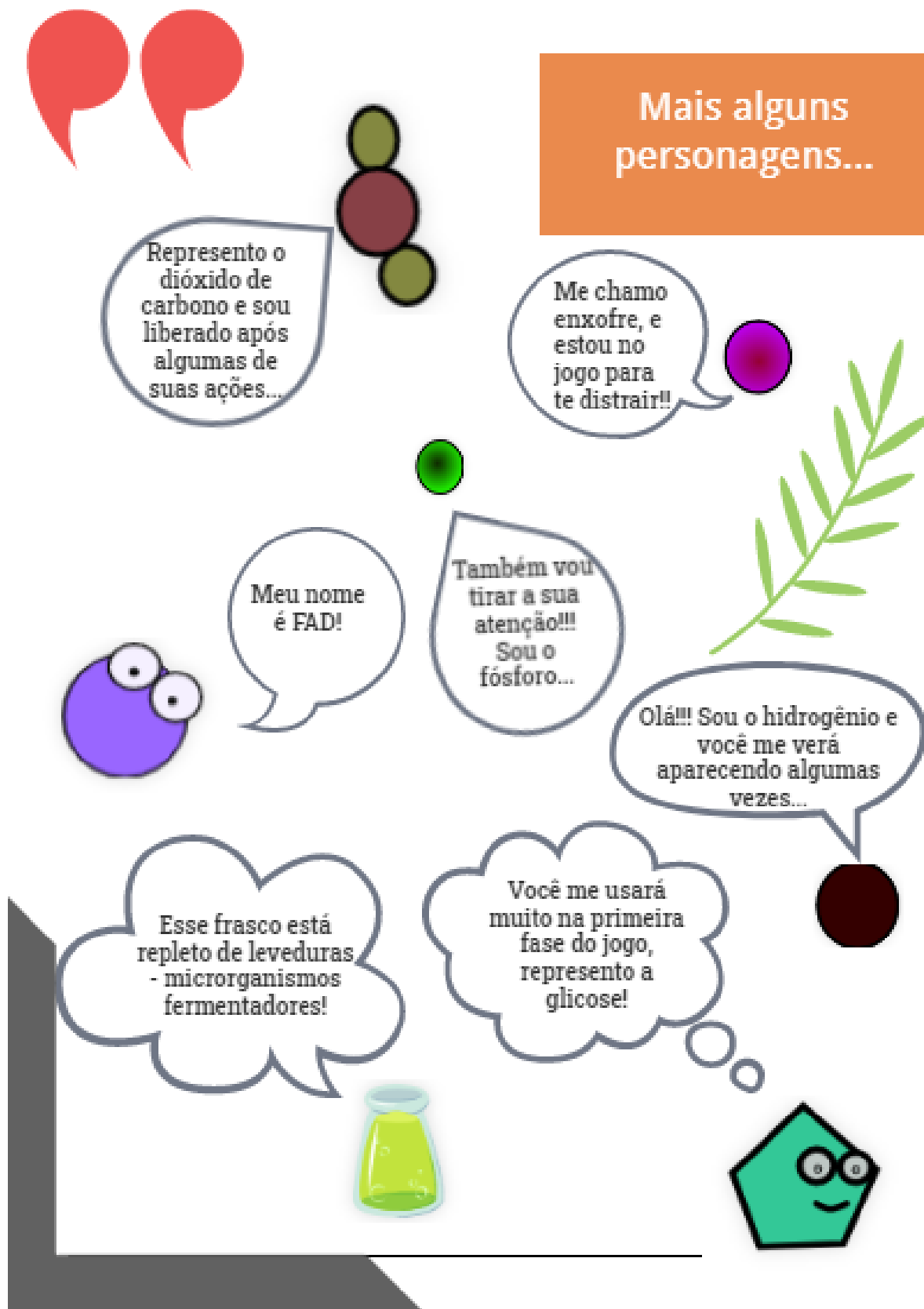
Represento uma célula eucarionte.

Sou um balão e estou posicionado acima do frasco contendo leveduras. Sempre que acontecer uma fermentação, irei inflar...

Quem sou eu? O vilão, é claro!!! Cianeto!! Muito prazer!!

Ciclo do ácido cítrico

Se você conseguir avançar para a segunda etapa me encontrará, represento o ciclo de Krebs (ou ciclo do ácido cítrico).



Você me verá na primeira fase do jogo, pode me chamar de mitocôndria!

Sou um lipídio...

Pode me chamar de piruvato!

Cuidado! Personifico o monóxido de carbono!

Me chamam de oxigênio!

Meu nome é NAD!

Represento uma proteína!

Terminando as apresentações!

Agora que você conheceu os personagens está pronto para jogar!!! Vamos lá?

Estarei no cantinho da tela na última etapa do jogo, representando uma membrana mitocondrial



Iniciando a primeira fase

Ouçã as orientações da cientista, posteriormente, clique no botão verde!



O objetivo do jogo é estimular a produção de ATP, sendo assim, você deverá escolher alguns componentes que poderão servir como matéria-prima para este feito.

Fazendo isso, deverá arrastar os componentes escolhidos até as leveduras, a célula ou então, até a mitocôndria; e deverá clicar sobre ele. Aguarde para verificar o que ocorre...

Quanto mais ATP, maior será a sua pontuação...

Quando você atingir 35 pontos, e conseguir fazer com que as leveduras fermentem, você avançará para a segunda fase...



Parabéns, você
chegou a
próxima
etapa!!!

Assim como na
etapa anterior,
arraste os
reagentes que
você considera
importante para
esse processo
metabólico e
observe o que
ocorrerá.

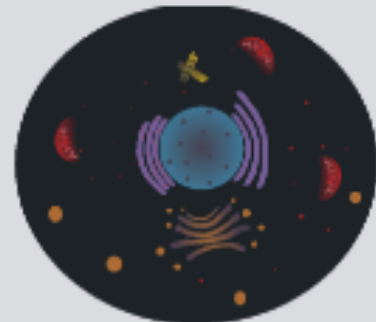
Segunda fase: ciclo de Krebs



E se a minha
célula morreu
na primeira
fase?

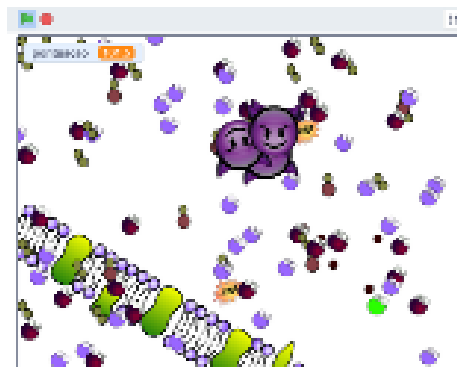
Não se preocupe!!!

Você pode recomeçar...





Cadeia respiratória



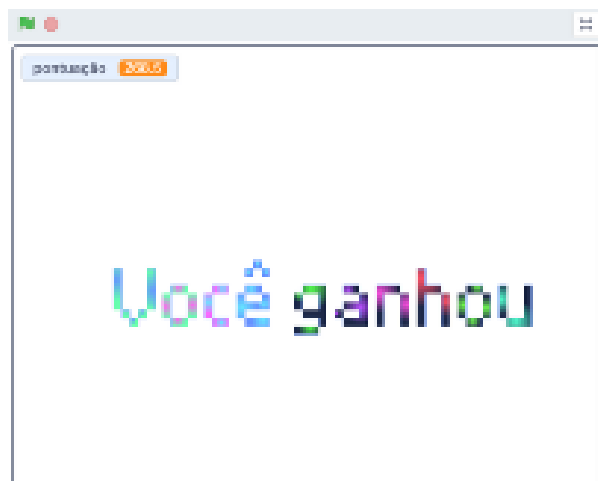
Assim como nas etapas anteriores, você deverá aumentar a sua pontuação, por meio da produção de ATP.
Tome cuidado para não zerar a sua pontuação...
Boa sorte!!!

Ganhei o jogo, e agora?

Pensa que terminou?

NÃO...

Você pode criar ou modificar o game, leia as dicas disponíveis nas próximas páginas.

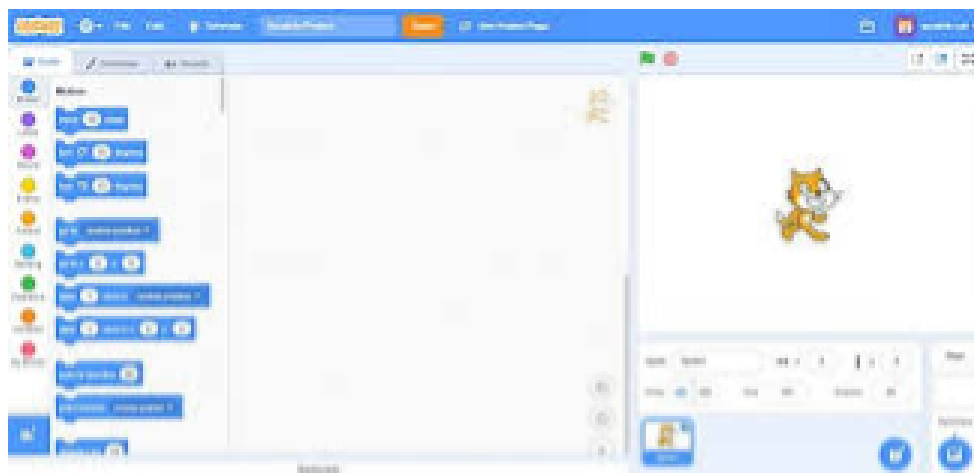


Mas...
E se a minha célula morreu?

O que faço?
RECOMECE!!!

Como aperfeiçoar ou produzir novos games usando o Scratch?

- Construa um roteiro deixando todos os seus objetivos expostos
- Escolha os seus personagens
- Estude as funções do App



A ilustração acima demonstra a área de trabalho para você construir os seus recursos.

Na aba lateral está disponível comandos associados à aparência, ao movimento, e demais atividades para você utilizar em seus personagens.

Para mais informações acesse:
<https://scratch.mit.edu/about>

ou entre em contato conosco pelo e-mail:
priscila.alves.santos@educacao.mg.gov.br

Referências

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática – Porto Alegre: Penso, 2018. 430p.

VARELA, H. SCRATCH - Um jeito divertido de aprender programação - Editora: Casa do Código, 2017. 217p.



Versão on-line disponível no site: <<https://www.flipsnack.com/EB98D6DD75E/new-flipbook.html>>