

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

JULIANA MAYRA NUNES FARIAS

**NEUROEDUCAÇÃO EM UM CONTEXTO LÚDICO: PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO
DE DOIS JOGOS DIDÁTICOS DE BIOCÊNCIAS PARA ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO**

RIO DE JANEIRO

2023



UFRJ

Juliana Mayra Nunes Farias

Neuroeducação em um contexto lúdico: produção e avaliação de dois jogos didáticos de Biociências para alunos do Ensino Médio

Volume único

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação, Gestão e Difusão em Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Prosdocimi de Castro Santos
(MP-EGeD/IBqM/UFRJ)

Rio de Janeiro

2023

F224n Farias, Juliana Mayra Nunes
Neuroeducação em um contexto lúdico: produção e
avaliação de dois jogos didáticos de Biociências
para alunos do Ensino Médio / Juliana Mayra Nunes
Farias. -- Rio de Janeiro, 2023.
130 f.

Orientador: Francisco Prosdocimi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Bioquímica Médica
Leopoldo de Meis, Programa de Mestrado Profissional
em Educação, Gestão e Difusão em Biociências, 2023.

1. Educação em Biociências. 2. Neuroeducação. 3.
Jogos didáticos. 4. Aprendizagem significativa. I.
Prosdocimi, Francisco, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Juliana Mayra Nunes Farias

NEUROEDUCAÇÃO EM UM CONTEXTO LÚDICO: PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE DOIS JOGOS DIDÁTICOS DE BIOCIÊNCIAS PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação, Gestão e Difusão em Biociências.

Aprovada em 13 de abril de 2023 pela seguinte Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Prosdocimi de Castro Santos, MP-EGeD/IBqM, UFRJ – orientador.

Profa. Dra. Andréa Carla de Souza Góes, MP-EGeD/IBqM, UFRJ – membro titular interno.

Profa. Dra. Cássia Mônica Sakuragui, Departamento de Botânica, UFRJ – membro titular externo.

Profa. Dra. Cristina de Oliveira Maia, MP-EGeD/IBqM, UFRJ – membro titular interno.

Profa. Dra. Elenice Maria Correa, MP-EGeD/IBqM, UFRJ – membro suplente interno.

Profa. Dra. Laísa Maria Freire dos Santos, Departamento de Ecologia – membro suplente externo.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Mercês e João, meus maiores incentivadores e à minha filha, Alice, que já é a razão do meu viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Francisco Prosdocimi, por acreditar em mim e no projeto, por me incentivar e orientar de forma tão atenciosa.

Aos professores do MP-EGeD por terem me ajudado a pensar criticamente e contribuído no meu crescimento acadêmico e pessoal. Agradeço especialmente à Denise Lannes por mostrar um olhar mais carinhoso sobre a Educação, considerando sempre o aspecto emocional. Suas aulas me inspiraram a ver e tratar meus alunos de uma nova forma. Provavelmente eles também agradecem.

Aos meus colegas de turma Daiana, Daniel, Felipe, Gustavo, Leonardo, Maria Isabel, Paula, Simone e Solange pelos debates dentro e fora da sala de aula, pelos cafés e momentos de descontração. Vocês me deram força para não desistir nos momentos mais difíceis.

À direção e coordenação do Colégio Pensi Tijuca I por permitirem que a pesquisa fosse realizada na instituição. Obrigada pela confiança, apoio e torcida.

A todos os meus alunos, especialmente aos que se disponibilizaram a participar e contribuíram na construção deste trabalho. Agradeço também aos responsáveis pela confiança depositada na pesquisa.

Aos meus pais, Mercês e João, por terem me apoiado em todos os momentos, desde o processo seletivo para o mestrado até a reta final. Obrigada por me ensinarem os valores da vida, me ensinarem a lutar pelos meus sonhos e por sempre acreditarem em mim. Por tudo que vocês representam, este trabalho é dedicado a vocês.

Ao meu marido, Bruno, por tudo que fez por mim e por nós. Sou muito grata por tudo que já vivemos e mais ainda pelo que estamos vivendo no momento, a realização do nosso maior sonho: a espera pela nossa filha, Alice. Mesmo ainda no ventre, você já é a razão de nossas vidas. Nenhuma palavra é capaz de expressar tudo o que já sentimos por você, filha. Amor incondicional, felicidade e gratidão são as que mais se aproximam. Você está chegando na reta final desse trabalho, mas te agradeço por me dar forças para continuar e já me ensinar o que é o amor em sua forma mais pura. Tudo agora é pra você e por você. Obrigada por deixar minha vida mais colorida e cheia de significado.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

RESUMO

FARIAS, Juliana Mayra Nunes. **Neuroeducação em um contexto lúdico: produção e avaliação de dois jogos didáticos de Biociências para alunos do Ensino Médio.** (Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências) – Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Durante muito tempo, os alunos foram considerados agentes passivos da aprendizagem, enquanto o professor tinha o papel central como transmissor dos conteúdos. Esse modelo de sala de aula como um lugar para a aprendizagem essencialmente passiva não atende mais às necessidades atuais, ao passo que o mundo contemporâneo requer capacidades de crítica e processamento de informações cada vez mais ativos e sofisticados. Baseados nos conhecimentos da Neuroeducação, é sabido que os jogos didáticos contribuem para o desenvolvimento dos estudantes, auxiliando no preenchimento de lacunas deixadas pelos métodos tradicionais e permitem que os discentes participem das atividades pedagógicas de forma ativa e lúdica. Pelo fato da utilização de jogos estimular a aprendizagem interacionista, construtivista e significativa, foram produzidos dois jogos didáticos que abordam conteúdos de Biociências do Ensino Médio: o “Baralho da reprodução”, um jogo de cartas que aborda conteúdos sobre Biologia reprodutiva, e “O sentido da vida”, um jogo de tabuleiro com temas relacionados à Ecologia, Evolução e Genética. Os jogos foram aplicados a 41 alunos de três turmas da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Pensi Tijuca I (Rio de Janeiro, Brasil). Para investigar a influência dos jogos produzidos na aprendizagem, foram coletados dados através de dois questionários (um para cada jogo), fornecidos aos participantes após o término das partidas. Cada questionário é composto por 21 questões objetivas estruturadas em escala tipo Likert de cinco gradações (discordo fortemente, discordo, não concordo nem discordo, concordo e concordo fortemente) seguidas de um campo aberto opcional para considerações e mais 3 questões subjetivas, que investigaram a motivação, experiência do usuário e aprendizagem através do uso dos jogos. Os resultados indicaram que os jogos foram bem avaliados pelos estudantes (seu público-alvo) e que ambos os jogos contribuíram no processo de aprendizagem. Dessa forma, os jogos podem ser utilizados como ferramentas que auxiliam na revisão e fixação de conteúdos relacionados à Biologia reprodutiva, Ecologia, Evolução e Genética de forma dinâmica, prazerosa e eficiente.

Palavras-chave: Educação em Biociências. Neuroeducação. Jogos didáticos. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

FARIAS, Juliana Mayra Nunes. **Neuroeducation in a ludic context: production and evaluation of two didactic Bioscience games for High School students.** (Master of Science, MSc – *Educação, Gestão e Difusão em Biociências*) – Institut of Medical Biochemistry Leopoldo de Meis, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The classroom model as a space where the students were typically regarded as passive agents of learning while teachers played the central role of transmitting the intellectual content no longer meets today's needs, once the contemporary world needs both information processing and critical capabilities. Based on Neuroeducation literature, it is known that didactic games can contribute to the development of students, helping to fill the gaps left by traditional methods, and allowing students to participate in pedagogical activities through an active, playful way. By the fact of the use of games encourages interactional, constructivist and meaningful models of learning, we created two didactic games that address some contents of High School learning: the “Deck of reproduction”, a card game that addresses content on Reproductive Biology, and a board game, “The meaning of life”, that was created as a game with topics related to Ecology, Evolution and Genetics. The games were applied to 41 students from three classes of the second grade of High School at Colégio Pensi Tijuca I (Brazil). The evaluation of the influence of these games on learning was done using two questionnaires (one for each game), given to the participants after the end of matches. Each questionnaire was composed of 21 objective questions structured on a five-grade Likert scale (strongly disagree, disagree, neither agree nor disagree, agree and strongly agree) followed by an optional space for considerations and more 3 subjective questions. The questions investigated the influence of motivation, user experience and learning. The results showed that the games have been well evaluated by the students (the target-public) and both games can be considered to contribute to a dynamic, pleasant and effective way of learning process. Therefore, they can be used as tools to assist in revision and fixation contents related to Reproductive Biology, Ecology, Evolution and Genetics.

Keywords: Education in Biosciences. Neuroeducation. Didactic games. Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Neuroeducação como um campo interdisciplinar	28
Figura 2:	Neuroeducação como um campo transdisciplinar	28
Figura 3:	Operações dos sistemas de memória	37
Figura 4:	Dois exemplos de possíveis combinações de cartas do jogo “Baralho da reprodução”	68
Figura 5:	Tabuleiro do jogo “O sentido da vida”	70
Figura 6:	Componentes do jogo “O sentido da vida”	71
Figura 7:	Participantes do jogo “Baralho da reprodução”	75
Figura 8:	Participantes do jogo “O sentido da vida”	76
Figura 9:	Início do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução”	77
Figura 10:	Estrutura do modelo de avaliação de jogos educativos criado por Savi e colaboradores	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Os 21 princípios da Neuroeducação de Tokuhama-Espinosa (2010) ...	29
Quadro 2:	Tipos, subtipos e características das memórias	38
Quadro 3:	Sugestões de atividades lúdicas que podem auxiliar no desenvolvimento das Inteligências Múltiplas	52
Quadro 4:	Categorias, informações e quantidade de cartas para cada informação do jogo “Baralho da reprodução”	67
Quadro 5:	Itens avaliados no questionário em escala tipo Likert do presente trabalho	80
Quadro 6:	Demonstração do cálculo das médias aritméticas para os itens do questionário avaliativo	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Médias aritméticas obtidas para os 21 itens do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução”	84
Tabela 2:	Pontos fortes do jogo “Baralho da reprodução” destacados pelos alunos na segunda questão subjetiva do questionário	89
Tabela 3:	Sugestões de melhorias para o jogo “Baralho da reprodução” fornecidas pelos alunos na terceira questão subjetiva do questionário..	91
Tabela 4:	Médias aritméticas obtidas para os 21 itens do questionário avaliativo do jogo “O sentido da vida”	92
Tabela 5:	Pontos fortes do jogo “O sentido da vida” destacados pelos alunos na segunda questão subjetiva do questionário	98
Tabela 6:	Sugestões de melhorias para o jogo “O sentido da vida” fornecidas pelos alunos na terceira questão subjetiva do questionário	100

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Frequências obtidas para o grau de concordância com os itens do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução” 87
- Gráfico 2:** Frequências obtidas para o grau de concordância com os itens do questionário avaliativo do jogo “O sentido da vida” 94

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A:	Cartas do jogo “Baralho da reprodução”	113
APÊNDICE B:	Manual de instruções do jogo “Baralho da reprodução”	114
APÊNDICE C:	Cartas <i>Perguntas</i> do jogo “O sentido da vida”	115
APÊNDICE D:	Cartas <i>Evento surpresa</i> do jogo “O sentido da vida”	118
APÊNDICE E:	Manual de instruções do jogo “O sentido da vida”	120
APÊNDICE F:	Questionário de avaliação do jogo “Baralho da reprodução”	121
APÊNDICE G:	Questionário de avaliação do jogo “O sentido da vida”	123
APÊNDICE H:	Termo de assentimento	125
APÊNDICE I:	Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE)	127

LISTA DE SIGLAS

ARCS	Atenção. Relevância, confiança e satisfação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CERI	Centro de Pesquisa Educacional e Inovação
GMDRB	Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos
RCLE	Registro de Consentimento Livre e Esclarecido
REM	<i>Rapid Eye Movement</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
ZDP	Zona de desenvolvimento proximal

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	16
2 INTRODUÇÃO	19
2.1 NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO POSSÍVEL	19
2.1.1 A emergência das Neurociências	20
2.1.2 O que é Educação?	22
2.1.3 Neuroeducação: contribuições das Neurociências na Educação	26
2.2 APRENDIZAGEM	33
2.2.1 Retendo informações: memória	36
2.2.2 Aprendendo com alegria: emoções	40
2.2.3 Teorias do conhecimento: do inatismo ao construtivismo	45
2.3 O JOGO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA	51
2.3.1 Conceitos e origens dos jogos	53
2.3.1.1 Jogos e desenvolvimento por Jean Piaget	56
2.3.1.2 Jogos e desenvolvimento na perspectiva de Vygotsky	58
2.3.2 Potencialidades dos jogos para a aprendizagem	59
3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	64
4 OBJETIVOS	66
4.1 OBJETIVO GERAL	66
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	66
5 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA	67
5.1 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS.....	67
5.1.1 Componentes do jogo “Baralho da reprodução”	67
5.1.2 Regras do jogo “Baralho da reprodução”	68
5.1.3 Componentes do jogo “O sentido da vida”	69
5.1.4 Regras do jogo “O sentido da vida”	72
5.2 APLICAÇÃO DOS JOGOS	74
5.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	77
5.4 SUBMISSÃO AO CEP.....	82
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
6.1 AVALIAÇÃO DO JOGO “BARALHO DA REPRODUÇÃO”	84
6.2 AVALIAÇÃO DO JOGO “O SENTIDO DA VIDA”.....	92
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS	105

1 APRESENTAÇÃO

Meu interesse pela temática de jogos advém da minha prática pedagógica, afinal, o laboratório de um educador é a sala de aula, pois esse é o local onde surgem nossas questões e onde testamos nossas hipóteses. Assim, apresento um breve relato de algumas percepções relacionadas ao ambiente escolar, a fim de contextualizar meu interesse pela temática do presente trabalho.

Observo no meu cotidiano que uma das inquietações dos professores é o aparente desinteresse dos alunos pelos estudos. Acredito que essa queixa não se restringe aos professores do meu círculo pessoal e profissional. É comum nós professores entrarmos em sala de aula e observarmos alunos entretidos com seus aparelhos eletrônicos, conversando ou brincando entre si. Evidentemente, não há problema algum nessas atividades. Pelo contrário, as brincadeiras e as trocas de ideias são essenciais para o desenvolvimento dos indivíduos, de suas emocionalidades e afetividades. As inquietações por parte dos professores surgem quando pedimos que essas atividades cessem para que a aula possa começar. Para os alunos, isso é visto como o término da diversão e o início de uma atividade enfadonha, surgindo, então, o desinteresse. Dessa percepção, surgiu um questionamento: por que não utilizar a diversão a favor da aprendizagem? Atualmente é possível encontrar diversos recursos pedagógicos que relacionam os dois fatores, dentre eles, os jogos didáticos.

O Mestrado Profissional me ofereceu a oportunidade de investigar a temática e produzir jogos que possam auxiliar o processo de aprendizagem de determinados conteúdos de Biociências de forma lúdica, bem como fornecer novas ferramentas que possam contribuir com a atividade de docentes na área. Buscamos na literatura embasamentos teóricos que sustentem nossa hipótese: como as atividades lúdicas, principalmente os jogos, podem contribuir para a aprendizagem dos educandos?

Iniciamos a pesquisa buscando nas conexões entre Neurociências e Educação a compreensão de como os conhecimentos neurocientíficos podem contribuir na educação escolar. Para abordar os conceitos relativos às Neurociências, área que aborda os aspectos relativos ao funcionamento do sistema nervoso, nos baseamos em obras de autores como Roberto Lent, Steven Rose e Martyn Pickersgill. No campo Educacional, obras de Platão, José Carlos Libâneo, Carlos Rodrigues Brandão, Émile Durkheim e Paulo Freire foram a base para a compreensão da Educação como um conjunto de processos essenciais ao desenvolvimento do indivíduo como participante ativo da sociedade. Na intersecção entre as Neurociências e a Educação surge a Neuroeducação. Autores como Tokuhama-Espinosa, Kurt Fischer e Luiz

Menna-Barreto discutem sobre as contribuições das Neurociências para a Educação através do desenvolvimento de métodos de ensino que maximizem o potencial intrínseco de aprendizagem dos estudantes.

Em seguida adentramos nos aspectos relativos à aprendizagem, processo pelo qual associamos situações do mundo e adquirimos novos conhecimentos. Nessa seção, abordamos a influência de aspectos neurobiológicos para a aprendizagem, como a atenção, a memória e as emoções a partir das perspectivas de autores como Francisco Mora, Ivan Izquierdo, John Ratey, Eric Kandel, António Damásio, Roberto Lent e Pierluigi Piazzzi. Abordamos também os aspectos filosóficos da aprendizagem através das teorias do conhecimento, que abrangem problemas relativos à possibilidade, à origem e à essência do conhecimento. Aqui fizemos um panorama entre três teorias: inatismo, empirismo e construtivismo, com ênfase nas perspectivas de Jean Piaget e Lev Vygotsky.

Finalizamos o embasamento teórico abordando a temática dos jogos, considerados recursos lúdicos que atuam na facilitação da comunicação, das relações interpessoais e do processo de ensino-aprendizagem. Para tratarmos desse assunto, nos baseamos nas obras de autores como Tizuko Kishimoto, Johan Huizinga, José Milton de Lima, Jacques Henriot, Gillers Brougère, Jean Piaget e Lev Vygotsky. Nessa seção foram abordados os conceitos, origens e relações com o desenvolvimento e as potencialidades dos jogos para a aprendizagem nas escolas.

O referencial teórico forneceu o embasamento para a elaboração de dois produtos: os jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida”, ambos relacionados ao ensino de Biociências para turmas do Ensino Médio da Educação Básica. O primeiro constitui um jogo de cartas sobre a Biologia reprodutiva dos seres vivos e o segundo é um jogo de tabuleiro com temas relativos à Ecologia, Evolução e Genética. Ambos foram produzidos para serem trabalhados em equipes e apresentam conteúdos em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

O projeto inicial baseava-se na aplicação dos jogos no Colégio Pensi Tijuca I no ano letivo de 2020, instituição em que leciono. Entretanto, em decorrência da pandemia de COVID-19, as aulas presenciais no ano mencionado foram suspensas, impossibilitando a aplicação dos jogos em sala. No ano seguinte, o colégio seguiu o modelo híbrido (ensino remoto e presencial) com número reduzido de alunos presenciais para evitar aglomerações. Devido ao baixo quórum de alunos presenciais e à manutenção dos cuidados para evitar a transmissão do vírus (como o

distanciamento social e a recomendação para não compartilhar objetos), também não foi possível aplicar os jogos em sala de aula no ano de 2021. Devido às intercorrências mencionadas, os jogos foram aplicados no ano de 2022 em três turmas da 2ª série do Ensino Médio, com a participação de 41 alunos.

Antes da aplicação dos jogos, os alunos participantes foram informados sobre o escopo da pesquisa e assinaram o termo de assentimento. Como a maioria dos participantes apresenta idade inferior a 18 anos, seus responsáveis legais assinaram o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) em conformidade com as orientações do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP). Após a aplicação de cada jogo, os alunos responderam um questionário para analisarmos suas percepções sobre os produtos. Os resultados obtidos a partir da análise dos questionários se encontram na seção resultados e discussão.

Por fim, nas considerações finais foram retomados os argumentos que embasaram a estruturação dessa pesquisa e as possibilidades de estudos que poderão ser desenvolvidas como desdobramentos desta pesquisa.

A construção desta dissertação, bem como todo o percurso ao longo do Mestrado Profissional, contribuiu não só para meu crescimento acadêmico e profissional como também para a criação de novos projetos. Por fugir do escopo desta pesquisa esgotar a discussão sobre as temáticas abordadas, novos questionamentos e perspectivas surgiram no decorrer do trabalho. A pesquisa e a execução do projeto forneceram uma visão mais ampla sobre a importância da interação e das emoções envolvidas nos processos relacionados ao desenvolvimento e aprendizagem dos educandos. Continuarei pesquisando a temática de jogos em projetos futuros, enfatizando os aspectos mencionados e o papel ativo dos alunos através da criação de jogos por eles próprios, de forma a fornecer mais estímulos à criatividade e à colaboração em equipe.

Mais do que validar a utilização de jogos na educação, este trabalho traz a reflexão para o professor sobre a importância de buscar novas abordagens e estratégias pedagógicas mais lúdicas que possam ser colocadas em prática, visando o pleno desenvolvimento dos educandos e seu preparo para o exercício da cidadania.

2 INTRODUÇÃO

2.1 NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO POSSÍVEL

De acordo com Sal Khan¹, considerado pela revista *Time* uma das cem pessoas mais influentes do mundo em 2012, a compreensão sobre o funcionamento do cérebro é essencial para se pensar em políticas e práticas educacionais mais eficientes, devendo haver uma aproximação do campo educacional com o campo científico (em particular, com o campo neurocientífico), de forma a se desenvolver estratégias educativas mais eficazes e afinadas com a Educação do Século XXI (KHAN, 2013). Essa interlocução entre os dois campos parte do princípio de que a aprendizagem humana pode ser aprimorada a partir do conhecimento de suas bases neurobiológicas (AMARAL, 2016).

Por todo o mundo, e consequentemente pelo Brasil, se multiplicam centros de pesquisa, conferências, cursos, projetos de extensão, livros e revistas focadas na intersecção entre as Neurociências e a Educação. Estas iniciativas partilham da convicção de que os achados neurocientíficos podem contribuir para o aperfeiçoamento do processo educacional, seja fornecendo uma melhor compreensão da maneira como as pessoas aprendem e, com isso, colaborando com a criação de políticas e práticas educacionais mais eficazes e afinadas com as capacidades e habilidades humanas, seja contribuindo com o entendimento das dificuldades ou transtornos de aprendizagem, de forma a fornecer subsídios para o desenvolvimento de abordagens e tratamentos mais efetivos para enfrentar tais problemas (LISBOA, 2014).

Amaral (2016) aponta que a discussão sobre essa área ainda é bastante incipiente, considerando que o próprio surgimento das interlocuções entre Educação e Neurociências é algo novo. O autor observa que os trabalhos que abordam a emergência desse campo apresentam discussões voltadas mais para fenômenos equivocadamente agrupados sob a denominação de Neuroeducação, tais como a ginástica cerebral² e a literatura de autoajuda³ supostamente embasada em saberes neurocientíficos, do que para sua análise enquanto disciplina acadêmica. Nessa mesma perspectiva, Carvalho (2011) afirma que a mídia explora de forma bastante intensa o tema Neuroeducação, colaborando para o aumento das informações sobre o assunto, mas sendo tratados de forma superficial e desconectada de seu vínculo com a

¹ Sal Khan é fundador da Khan Academy, um site que oferece exercícios, vídeos educativos e um painel de aprendizado personalizado que habilita os alunos a estudarem no seu próprio ritmo, dentro e fora da sala de aula de forma gratuita (<https://pt.khanacademy.org/>).

² Exercícios que estimulariam regiões cerebrais trazendo ganhos para a aprendizagem.

³ Livros que prometem a otimização de capacidades neurais humanas.

educação. A autora complementa que a produção literária nacional com uma visão unificada das relações entre Neurociências e Educação é escassa.

De acordo com Shore (2000), o crescente conhecimento científico produzido pela neurociência deve ser dirigido àqueles que, de algum modo, colaboram profundamente no desenvolvimento cognitivo das crianças, em especial, pais e professores, interventores reconhecidos na aprendizagem desses indivíduos. Entretanto, os livros e materiais disponíveis no mercado destinam-se a um grupo seletivo de profissionais e são mais direcionados a áreas como medicina e psicologia, afastando-se das atividades do professor (CARVALHO, 2011). Para Moraes e Torre (2004), trazer aos professores uma compreensão mais profunda de como o cérebro trabalha dá condições mais adequadas para que eles estimulem a motivação em sala de aula, assegurando assim a possibilidade de sintonizar com os diversos tipos de alunos, os quais terão suas capacidades mais profundamente exploradas.

Nesse sentido, se faz necessária a realização de mais pesquisas aplicadas que sejam capazes de estudar e avaliar de forma mais clara as implicações e impactos das Neurociências na Educação. Antes de avançarmos na reflexão sobre a aproximação entre esses campos, convém definirmos os dois polos desta interface.

2.1.1 A emergência das Neurociências

Para Pickersgill (2013), definir o que são as Neurociências é uma tarefa árdua que pode muito mais ocultar do que revelar a diversidade de discursos e práticas que por elas circulam na tentativa de encontrar uma explicação simples e unívoca. De qualquer modo, uma definição que auxilia minimamente a caracterizar as Neurociências é a de que elas envolvem diferentes áreas científicas dedicadas ao estudo do sistema nervoso (PICKERSGILL, 2013).

O termo “Neurociência” foi utilizado pela primeira vez na década de 1960 para caracterizar um projeto cujo objetivo era o estudo do cérebro, do sistema nervoso e de fenômenos a eles relacionados, tais como a aprendizagem e a memória (ROSE; ABI-RACHED, 2013). Mas foi no início da década de 90, com a promulgação da Década do Cérebro pelo presidente George Bush, que teve início nos Estados Unidos um período de intensa realização de pesquisas neurocientíficas, impulsionadas tanto por investimentos estatal e privado quanto pela disseminação das novas tecnologias de neuroimagens, como a tomografia por emissão de

pósitrons e a ressonância magnética⁴ funcional, que abriram novas possibilidades de pesquisa (LISBOA, 2014).

Para o neurocientista brasileiro Roberto Lent (2010), as Neurociências abrangem o estudo de cinco grandes disciplinas, a saber: (i) a Neurociência molecular, que se propõe a estudar as diversas moléculas importantes para o funcionamento do sistema nervoso central (SNC) e suas interações; (ii) a Neurociência celular, que se propõe a estudar as estruturas e funções das células que compõem o SNC; (iii) a Neurociência sistêmica, que se propõe a estudar grandes populações de células situadas em diversas regiões do SNC; (iv) a Neurociência comportamental, que se propõe a estudar estruturas do cérebro relacionadas a comportamentos assim como outros fenômenos como o sono, o sexo e as emoções; e (v) a Neurociência cognitiva, que se propõe a estudar as capacidades mentais complexas, normalmente associadas ao ser humano, como a linguagem, a memória e a autoconsciência. Por apresentar um caráter multi, inter e transdisciplinar, é mais comum a utilização do termo “Neurociências”, no plural (ROSE, 2006).

Ao analisar o avanço nas pesquisas na área das Neurociências, Rose (2012) argumenta que a área tem implicações que se estendem para muito além dos debates internos a ela, pois seus impactos podem influenciar tanto na vida cotidiana quanto em outras áreas do conhecimento. O autor acredita que as Neurociências se tornaram demasiado importantes para serem estudadas apenas por neurocientistas, de modo que pesquisadores de outros campos também devem se engajar em pesquisas relacionadas aos saberes neurocientíficos. Para Pickersgill (2013), os efeitos sociais das Neurociências podem colaborar para o exercício de novas formas de poder e de controle, além de endossar explicações deterministas e formas de discriminação baseadas em concepções supostamente neurológicas de moralidade, desvio ou doença.

Nessa perspectiva, Rose e Abi-Rached (2013) observam que a disseminação de estilos de pensamento neurocientíficos está adentrando áreas que, em princípio, não teriam relação com as Neurociências. Os autores mencionam uma lista formada por disciplinas bastante distintas, tais como o (i) Neurodireito – área que postula que descobertas neurocientíficas terão um profundo impacto no sistema jurídico, colocando em xeque noções tradicionalmente utilizadas pelo Direito, como a de livre-arbítrio; (ii) a Neuroeconomia – área que busca compreender as bases neurobiológicas da tomada de decisões e do comportamento econômico; (iii) a Neuropsicanálise – área que se propõe a fundamentar a localização cerebral de conceitos

⁴ Essas tecnologias permitiram o estudo de imagens para diagnósticos do cérebro *in vivo*.

freudianos; e (iv) a Neuroeducação – área que busca compreender como as bases neurobiológicas podem aprimorar a aprendizagem humana. Esta última disciplina, um dos pilares do presente trabalho, será retomada de forma mais aprofundada na seção 2.1.3. Primeiramente, faremos uma breve reflexão sobre o outro elemento dessa interlocução: a Educação.

2.1.2 O que é Educação?

A análise etimológica indica que o termo Educação apresenta raiz latina e se formou por intermédio de dois termos: *educare*, que significa alimentar, cuidar e criar; e *educere*, que significa modificar de estado, tirar para fora, conduzir para. Esses dois termos são sintetizados na palavra *educatio*, que é traduzida por “educação” na língua portuguesa (LIBÂNEO, 2011). Neste sentido, o termo educação remete ao entendimento de criação, tratamento, cuidados que se aplicam aos educandos visando adaptar seu comportamento a expectativas e exigências de um determinado meio social, sendo papel do educador cuidar do educando para trazê-lo para fora da escuridão (LIBÂNEO, 2011; SOFFNER, 2018). A definição através da análise etimológica pode sugerir também que a educação é um processo que se assemelha à doutrinação, onde o educador deve moldar o educando de acordo com seus conhecimentos para que ele atenda às demandas da sociedade. Soffner (2018) aponta que, nas perspectivas desde Platão (428 a.C. - 347 a.C.) até Paulo Freire (1921 - 1997), a verdadeira prática da educação não tem como objetivo doutrinar os educandos.

Cavalcante (2017) aponta que Platão testemunha em seus diálogos *Protágoras* e *Górgias* o desenvolvimento de um movimento chamado sofística, em Atenas, que deu origem à educação propriamente dita. Os sofistas foram descritos como os primeiros educadores profissionais, por volta de 450 a 400 a.C, sendo os primeiros a tratar a educação como ofício e se dedicando à pedagogia como atividade profissional (SILVA; CUNHA, 2022). Os autores apontam que os sofistas criavam situações problemáticas como exercícios para seus alunos, os provocando a desenvolver o processo reflexivo de investigação, a levantar informações, a elaborar esboços de perspectivas inovadoras de ação e o seu consequente teste na prática. Platão caracterizava a sofística como modelo de uma educação mais humanística e abrangente do século V, em oposição à tradicional educação aristocrática que era transmitida de pai para filho e tinha direta relação com a nobreza e a linhagem familiar dos pequenos grupos de indivíduos que comandavam as cidades (CAVALCANTE, 2017).

Em diálogo homônimo, Protágoras professa ser um sofista que ensinava aos seus discípulos a virtude (*arete*) nos assuntos públicos e privados, ou seja, Protágoras seria capaz de educar jovens para o exercício da cidadania para que eles pudessem garantir uma posição de destaque na sociedade (CAVALCANTE, 2017). Portanto, a possibilidade de a *arete* ser ensinada influenciaria profundamente a estrutura da cidade na qual esse ensino fosse levado, já que a aquisição dessa aprendizagem tornava o indivíduo (que tivesse condições econômicas de pagar por ela) apto a atingir um estatuto político privilegiado, sendo uma chave para a mobilidade social (KERFERD, 1981 apud CAVALCANTE, 2017).

Já no diálogo *Górgias*, Platão aponta que o sofista ensinava a arte da retórica. Górgias se dizia capaz de ensinar seus alunos a serem mestres na persuasão política, a qual, para ele, dominava todas as outras ciências (CAVALCANTE, 2017). Na abordagem dos sofistas, o termo retórica designa um empenho educativo dedicado a tornar a mente um espaço de criação capaz de encadear os múltiplos argumentos que se apresentam em uma complexa rede de significados e dar a eles uma forma simplificada e eloquente. Dessa forma, o aluno que aprendesse a arte da retórica seria capaz de resolver situações problemáticas por intermédio da reflexão, o que constituiria uma base imprescindível para a elaboração de juízos coletivos (CRICK, 2004). Platão fez críticas a Górgias em seu diálogo homônimo, pois, para ele, a arte da retórica é moralmente neutra e Górgias não ensinava seus alunos a serem melhores do ponto de vista moral, mas tão somente melhores oradores (CAVALCANTE, 2017). Nesse sentido, a sofística mostra seu caráter dúbio, uma vez que ela também ensina como argumentar de forma eloquente apenas para vencer uma determinada querela intelectual (PROSDOCIMI, 2020).

Cavalcante (2017) cita que Platão faz referência em outros diálogos a diversas habilidades ensinadas pelos sofistas, tais como astronomia, música, aritmética, gramática, história da filosofia, mitologia, artes manuais, dentre outras. Esse currículo visava dar ao cidadão condições para usar os conhecimentos em favor de melhorar tanto a sua vida em particular quanto a de sua coletividade (SILVA; CUNHA, 2022). Dessa forma, a educação oferecida pelos sofistas tinha o propósito de propiciar oportunidades de crescimento e emancipação, por meio de experiências e conhecimentos ricos e significativos.

Neste trabalho não almejamos discutir sobre as metodologias utilizadas pelos sofistas nem adentrar no debate sobre ser possível ensinar determinadas habilidades como a virtude. Assim, vamos nos ater à forma como a Educação era tratada na época de Platão e avançaremos alguns séculos para prosseguirmos com a reflexão e entendermos melhor a evolução dos pensamentos sobre a pedagogia da educação.

O antropólogo social Carlos Rodrigues Brandão inicia seu livro “O que é educação” declarando que

Ninguém escapa da educação. Em casa, na rua, na igreja ou na escola, de um modo ou de muitos todos nós envolvemos pedaços da vida com ela: para aprender, para ensinar, para aprender-e-ensinar. Para saber, para fazer, para ser ou para conviver, todos os dias misturamos a vida com a educação (BRANDÃO, 1981, p. 7).

Para o autor, a educação é inerente ao ser humano e está presente em todos os contextos da vida do indivíduo. Essa visão está de acordo com a ideia de Paulo Freire de que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” ao considerar que todos os acontecimentos que ocorrem em nossas vidas são potencialmente pedagógicos. A educação existe em cada povo, ela existe no encontro entre povos e se difunde entre todos os mundos sociais em meio a incontáveis práticas dos mistérios de aprender (BRANDÃO, 1981). Libâneo (2011) complementa o pensamento de Brandão ao citar que, onde há interação entre pessoas e grupos, há situações de aprendizagem e, logo, educação. Nessa perspectiva, o processo educativo é constante e todas as instituições sociais são espaços educativos naturais e por excelência (SCHÖNARDIE, 2014).

No clássico ensaio Educação e Sociologia, o sociólogo francês Émile Durkheim conceitua educação como um processo de socialização metódica das novas gerações. Segundo o autor, a educação deve ser entendida como uma

Ação exercida pelas gerações adultas sobre aquelas que ainda não estão maduras para a vida social. Ela tem como objetivo suscitar e desenvolver na criança um certo número de estados físicos, intelectuais e morais exigidos tanto pelo conjunto da sociedade política quanto pelo meio específico ao qual ela está destinada em particular (DURKHEIM, 2011, p. 53).

Para esse célebre autor, a concepção de educação está atrelada à preparação das gerações atuais para a vida social a partir de ensinamentos das gerações anteriores. Dessa forma, a educação é vista como um instrumento de transmissão de aptidões necessárias à vida em sociedade. O filósofo em educação José Carlos Libâneo (2001) também aponta os aspectos sociais envolvidos na educação. Para o autor, a educação compreende o

Conjunto dos processos, influências, estruturas e ações que intervêm no desenvolvimento humano de indivíduos e grupos na sua relação ativa com o meio natural e social, num determinado contexto de relações entre grupos e classes sociais, visando a formação do ser humano (LIBÂNEO, 2001, p. 157).

Nesse sentido, a educação é uma prática social que busca realizar nos sujeitos humanos as características de humanização plena. O autor destaca que toda educação se dá em meio a relações sociais. Em uma sociedade em que essas relações se dão entre grupos sociais antagônicos, com diferentes interesses, com relações de exploração de uns sobre outros, a educação deve apresentar também um caráter crítico, pois a humanização plena implica na transformação dessas relações (LIBÂNEO, 2001).

O filósofo e educador brasileiro Paulo Freire também aborda a educação como prática transformadora das relações na sociedade. Freire é considerado um dos pensadores mais notáveis na história da pedagogia mundial, tendo influenciado o movimento chamado pedagogia crítica. Em sua obra altamente citada e reconhecida “Pedagogia do Oprimido” (1987), Freire advoga em favor de uma educação libertadora pautada na relação horizontal através do diálogo entre saberes, problematização de conhecimentos, contextualização da realidade, conscientização, humanização e democracia. Ao defender a educação como prática da liberdade, Freire faz críticas às classes dominantes que, ao negar a palavra aos diferentes sujeitos, busca mantê-los submissos, oprimidos e alienados sob a manipulação, o que não gera ações que favoreçam a liberdade (PEREIRA; SARTORI, 2021).

O diálogo, apontado por Freire como recurso indispensável para estreitar as relações entre sujeitos, corrobora a ideia de que a educação é um processo relacional e funciona como mecanismo para produzir visões crítico-reflexivas sobre a realidade social e sobre o mundo. Portanto, ao defender uma educação dialógica, não autoritária e situada politicamente em um projeto solidário e inclusivo de sociedade, a leitura da obra de Freire afasta a educação de posturas doutrinadoras de qualquer natureza (PEREIRA; SARTORI, 2021).

Paulo Freire entende que

A educação é uma resposta da finitude da infinitude. A educação é possível para o homem, porque este é inacabado e sabe-se inacabado. Isto leva-o a sua perfeição. A educação, portanto, implica uma busca realizada por um sujeito que é o homem. O homem deve ser o sujeito de sua própria educação. Não pode ser o objeto dela. Por isso, ninguém educa ninguém (FREIRE, 1979, p. 27-28).

Ao compreender-se como um ser inacabado e em constante transformação, o homem necessita cada vez mais de conhecimento para ser sujeito ativo de sua história e não apenas um expectador do seu tempo. Nesse contexto, ao se reconhecerem como seres incompletos, as pessoas atuam aprendendo o cotidiano de sua cultura e, ao mesmo tempo, transformando seu mundo (SCHÖNARDIE, 2014). Na visão inspiradora de Freire, o homem deve ser sujeito ativo da sua própria educação, se contrapondo à educação do tipo bancária, que seria pautada na transmissão de conhecimentos universais sistematizados onde os professores “depositam” informações/conhecimentos nos educandos, que seriam compreendidos como meros recipientes passivos do processo pedagógico (PEREIRA; SARTORI, 2021; TORRES; CARRIL, 2021). Dowbor (2009) aponta que a educação não pode se limitar a meramente fornecer um estoque básico de conhecimentos para cada aluno. Esses conhecimentos precisam ser articuladores para que possam permitir o desenvolvimento do sujeito como um tipo de educação emancipadora, corroborando a ideia da educação como processo de transformação e de liberdade.

Diante do exposto, entendemos que a educação é uma prática que visa não apenas o desenvolvimento do indivíduo, mas também da sociedade. Para Libâneo (2011), a educação modifica os seres humanos nos seus estados físicos, mentais, espirituais e culturais; e configura a existência humana tanto em nível individual quanto grupal. Seus meios, métodos e fins devem tentar satisfazer ideias e sentimentos coletivos, ou seja, a educação deve sempre buscar atingir a coletividade a partir de reconstruções individuais da vivência de cada professor (LIBÂNEO, 2001).

Nesse contexto, a educação deve ser caracterizada como um processo amplo, variado e circunscrito socialmente. Esse processo inclui, mas não se reduz à educação realizada no âmbito escolar (LISBOA, 2014). Na mesma perspectiva, Brandão (1981) cita que “não há uma forma única nem um único modelo de educação; a escola não é o único lugar onde ela acontece e talvez nem seja o melhor, o ensino escolar não é a única prática e o professor profissional não é o seu único praticante” (BRANDÃO, 1981, p. 9). Compreender o que é a Educação vai além de proporcionar melhores estratégias de ação aos educadores. Portanto, a escola e os docentes não devem ser vistos como os únicos responsáveis pela Educação dos estudantes, assim como não devem ter sua importância reduzida no processo fundamental que acontece dentro das escolas.

A Educação está diretamente vinculada à necessidade de formar pessoas que amanhã possam participar de forma ativa das iniciativas capazes de transformar o seu entorno e de gerar dinâmicas construtivas e positivas (DOWBOR, 2009). Ela deve ser democrática, respeitando o educando como sujeito da história e centrada na problemática da comunidade em que vive e atua. Nesse cenário, o principal papel do professor é propor práticas pedagógicas capazes de provocar no aluno uma consciência crítica fomentadora de transformações sociais.

2.1.3 Neuroeducação: contribuições das Neurociências na Educação

Na interlocução entre Neurociências e Educação, surge o campo Neuroeducação, por vezes chamada de Ciência da Mente, Cérebro e Educação (*Mind, Brain and Education Science*) ou Neurociência Educacional (*Neurociencias de la Educacion*), como uma interface entre os campos neurocientífico e educacional (LISBOA, 2014; AMARAL, 2016; FERREIRA; GONÇALVES; LAMEIRÃO, 2019).

As Neurociências vêm fazendo investigações sobre diferentes aspectos da atenção, memória, linguagem, leitura, matemática, emoção e cognição e, para diversos autores, os resultados advindos destas pesquisas podem trazer inúmeras e importantes contribuições para

a Educação (BROCKINGTON, 2011). Para Pozo (2002), um conhecimento mais aproximado da forma de funcionamento do processo de aprendizagem permite uma compreensão mais adequada do aprender e do ensinar, superando-se dificuldades tanto do aprendiz quanto daquele que ensina.

Embora já houvessem algumas tentativas de colocar as duas áreas em contato antes do fim do século XX, foi apenas a partir dos anos 2000 que os diálogos entre as Neurociências e a Educação passaram a ganhar força, permitindo compreendê-los como um fenômeno característico do que ficou conhecido como o “século do cérebro”⁵ (AMARAL, 2016).

Ao reconhecer os impactos que as ações educacionais geram sobre o desenvolvimento de uma nação, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE)⁶ criou em 1999 o Centro de Pesquisa Educacional e Inovação (CERI). Esse centro tem financiado inúmeras pesquisas baseadas na interlocução entre a Educação e as Neurociências. De acordo com a OCDE:

Nas próximas décadas, temos boas possibilidades de desvendar as complexidades do cérebro e compreender, pelo menos, a natureza da memória e da inteligência (por exemplo, e o que realmente acontece quando o aprendizado ocorre). Quando atingirmos esse objetivo, seremos capazes de reassentar nossa prática educativa sobre uma sólida teoria da aprendizagem (OCDE, 2003, p. 46).

De acordo com Tokurama-Espinosa, autora de *The five Pillars of the Mind; Neuromythes; Mind, Brain and Education Science* e outros livros sobre Neurociências, a Neuroeducação foi inicialmente concebida como um campo acadêmico interdisciplinar⁷, cujo principal objetivo era integrar três grandes disciplinas: as Neurociências, a Pedagogia e a Psicologia, englobando suas subdisciplinas Neuropsicologia, Psicologia Educacional, Neurociência Cognitiva, dentre outras. Também se mostram relevantes disciplinas como a História, Filosofia e Epistemologia, sendo que todas essas disciplinas são fundamentais na constituição deste novo campo. De acordo com esta visão, a Neuroeducação seria um campo de interface resultado da interação de conhecimentos produzidos por todas estas disciplinas e subdisciplinas (TOKURAMA-ESPINOSA, 2011) (Figura 1).

⁵ O início do século XXI foi marcado pela expressiva disseminação de pesquisas neurocientíficas, incluindo uma maior articulação com a Educação.

⁶ A OCDE é uma organização internacional, com sede em Paris-França, que reúne 34 países, dentre os mais industrializados do mundo. Os representantes dos países membros reúnem-se regularmente para trocar informações e estabelecer políticas comuns, com o objetivo de maximizar o crescimento econômico e o desenvolvimento dos países membros (OCDE, 2003).

⁷ Projetos interdisciplinares abordam conteúdos de disciplinas que se complementam e se integram por um objetivo comum.

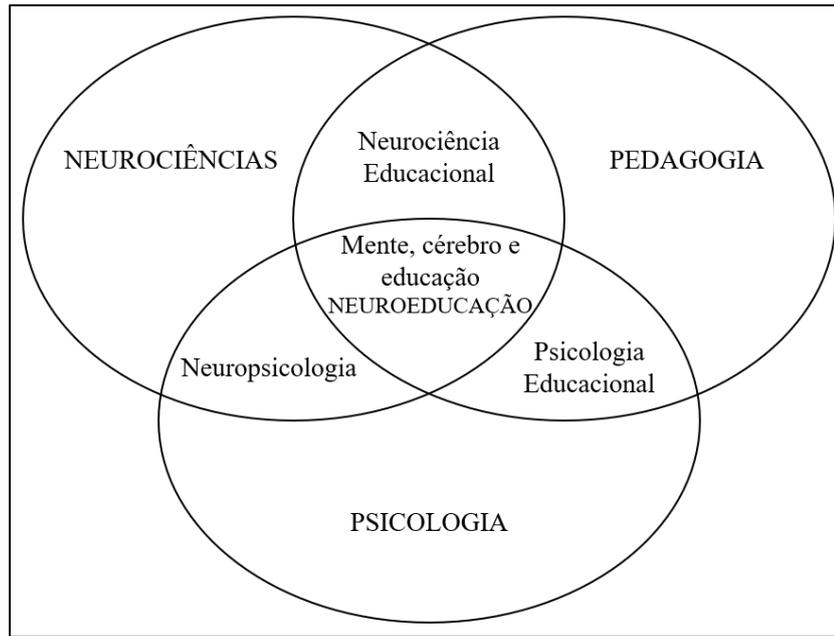


Figura 1: Neuroeducação como um campo interdisciplinar integrando as disciplinas Neurociências, Pedagogia e Psicologia.
Fonte: adaptado de Tokuhama-Espinosa (2011).

No entanto, a autora aponta que vem se consolidando e disseminando a defesa de uma Neuroeducação transdisciplinar⁸, onde a integração ativa e dinâmica entre as diversas disciplinas e subdisciplinas das Neurociências, Educação e Psicologia seria maior do que somente da soma de suas partes, atuando num processo de sinergia (Figura 2).

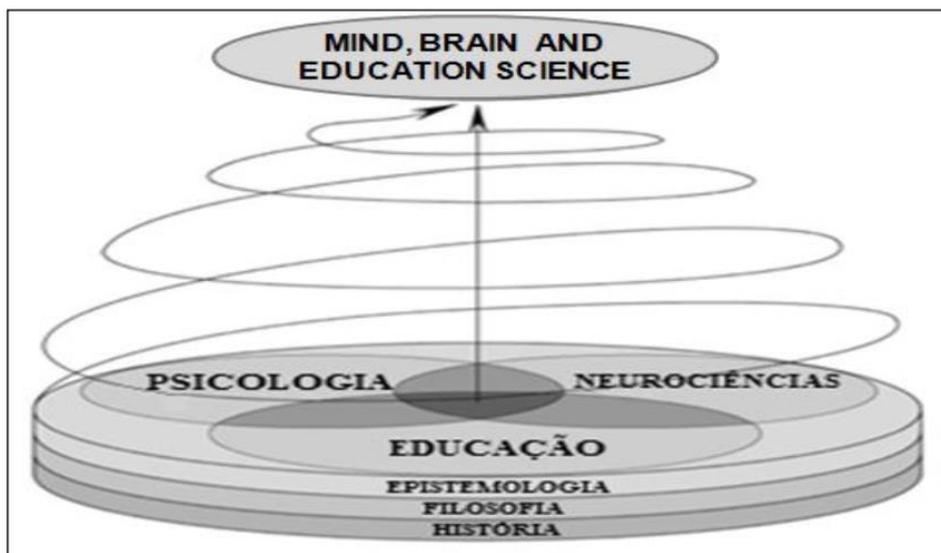


Figura 2: Neuroeducação como um campo transdisciplinar com integração ativa e dinâmica entre as disciplinas e subdisciplinas das Neurociências, Educação e Psicologia.
Fonte: adaptado de Tokuhama-Espinosa (2011).

⁸ Projetos transdisciplinares são capazes de produzir uma interação entre disciplinas que, não somente se restringem ao conteúdo disciplinar, mas propõe um diálogo entre campos do saber.

Assim, Tokuhamas-Espinosa (2011) define a Neuroeducação como uma nova disciplina acadêmica (e não um campo profissional) que teria como objetivo geral estudar como os seres humanos aprendem. Isso nos permitiria desenvolver métodos de ensino mais efetivos que maximizassem o potencial intrínseco dos estudantes. Estes conhecimentos podem contribuir para a renovação teórica na formação docente, adicionando informações científicas essenciais para a melhor compreensão da aprendizagem como fenômeno complexo (CARVALHO, 2011).

O educador estadunidense Kurt Fischer (primeiro presidente da *International Mind, Brain and Education Society* - IMBES) aponta que a Neuroeducação pretende simultaneamente construir um conhecimento sobre o aprendizado e desenvolver práticas pedagógicas concretas. Portanto, a Neuroeducação se trata de um campo que propõe articular teoria e prática: para o campo neurocientífico seria uma possibilidade de ver suas pesquisas desdobradas em práticas; para a educação, a possibilidade de embasar suas ações e políticas não mais em opiniões, achismos ou intuições, mas em evidências empíricas baseadas nos conhecimentos científicos adquiridos pelas Neurociências (FISCHER, 2009).

Nessa perspectiva, Tokuhamas-Espinosa (2010) apresenta 21 princípios da Neuroeducação em seu livro *The new science of teaching and learning* que deveriam guiar as ações educacionais a partir dos conhecimentos neurocientíficos. Esses princípios estão organizados no quadro 1:

1) Cada cérebro é único e unicamente organizado
2) Cérebros não são igualmente bons em tudo
3) O cérebro é um sistema complexo, dinâmico e é modificado diariamente pelas experiências
4) A aprendizagem é um processo construtivista e a habilidade de aprender perpassa os estágios de desenvolvimento conforme o indivíduo amadurece
5) A busca por significado é inata na natureza humana
6) Cérebros tem um alto grau de plasticidade e se desenvolvem durante toda a vida
7) Princípios da Neuroeducação se aplicam a todas as idades
8) A aprendizagem é baseada em parte na habilidade do cérebro de se autocorrigir
9) A busca por significado ocorre através do reconhecimento de padrões
10) O cérebro busca novidade
11) Emoções são cruciais para detectar padrões, fazer escolhas e aprender
12) O aprendizado é potencializado pelo desafio e inibido pela ameaça

13) O aprendizado humano envolve tanto a atenção focada quanto a percepção periférica
14) O cérebro conceitualmente processa todo e partes simultaneamente
15) O cérebro depende da interação com os outros para dar sentido às situações sociais
16) <i>Feedback</i> é importante para o aprendizado
17) A aprendizagem depende da memória e da atenção
18) Sistemas de memória diferem em <i>input</i> e <i>recall</i>
19) O cérebro lembra melhor quando fatos e habilidades estão firmados em contextos naturais
20) A aprendizagem envolve processos conscientes e inconscientes
21) A aprendizagem engaja a fisiologia inteira (o corpo influencia o cérebro e o cérebro controla o corpo).

Quadro 1: Os 21 princípios da Neuroeducação propostos por Tokuhamma-Espinosa.

Fonte: reproduzido de Tokuhamma-Espinosa (2010).

Estes princípios dizem respeito a conceitos entendidos e bem estabelecidos na literatura científica e que deveriam guiar todas as propostas de aprendizado. Essa ideia se contrapõe aos chamados neuromitos (concepções errôneas geradas por falha de entendimento, má leitura ou citação errada de fatos cientificamente provados) comumente associados às propostas de educação baseada no cérebro e promovidas por alguns educadores (BRUER, 2012 apud LISBOA, 2014).

De acordo com Ferreira, Gonçalves e Lameirão (2019), parece haver um consenso de que mudanças devem acontecer no planejamento das pesquisas que envolvem Neurociências e Educação para que os resultados possam chegar às salas de aula, onde o ensino ainda não foi efetivamente contemplado pelas descobertas das Neurociências. As descobertas realizadas pelos neurocientistas têm muito a contribuir com o campo educacional, na medida em que explicam como realmente ocorre o aprendizado (KHAN, 2013).

Podemos citar a pesquisa sobre os padrões de expressão do ciclo vigília-sono dos adolescentes realizada pelo Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos (GMDRB), em conjunto com pesquisadores de Israel e Estados Unidos, como exemplo de como os resultados da neurociência cognitiva podem contribuir em programas de política de ensino. De acordo com Luiz Menna-Barreto, neurocientista líder do GMDRB, a alternância entre o sono e a vigília é controlada por um complexo regulador situado na base do cérebro e pode ser considerado como um relógio biológico. Ele é o responsável por fazer com que as pessoas

sintam fome, sono e permite a percepção se é dia ou noite. Estes padrões do ciclo vigília-sono sofrem significativas variações durante o início da puberdade, fenômeno conhecido por Atraso de Fase da Propensão, devido à explosão hormonal que se inicia, geralmente, por volta dos 10 anos e faz com que os ritmos biológicos se atrasem. Como resultado, os jovens demoram a ter sono, preferindo dormir e acordar mais tarde nessa fase da vida. Por isso, devido ao Atraso de Fase, o adolescente que estuda de manhã dorme menos nos dias que tem aula, acarretando um aumento excessivo de sonolência em sala. Essa sonolência diminui a atenção e o interesse no ambiente escolar, prejudicando o desempenho dos estudantes (MENNA-BARRETO; WEY, 2008 apud BROCKINGTON, 2011).

Além do aumento da sonolência diurna, os pesquisadores do GMDRB apontam também para o prejuízo causado à memória. É plenamente reconhecido que a consolidação da memória ocorre em um estágio específico do sono conhecido como sono REM (*Rapid Eye Movement*). Durante o sono REM acontece um movimento rápido dos olhos e esse movimento está associado à ocorrência de sonhos, que também são muito importantes para o processo da memória. Embora sonhemos em ciclos de aproximadamente uma hora e meia durante toda a noite, a duração da fase do sono REM aumenta nas horas finais do sono. Assim, os adolescentes podem perder algumas etapas desse sono ao serem acordados antes do despertar espontâneo, dificultando o processo de consolidação da memória.

Sendo assim, pesquisadores do GMDRB acreditam que muitos estudantes podem estar apresentando um fraco desempenho escolar por possuírem dificuldade de adaptar seu relógio biológico aos horários escolares. Organizar a escola de modo a considerar estes aspectos temporais de organização biológica humana poderia melhorar significativamente as condições de aprendizado dos jovens. Por outro lado, também já é conhecido por estudos de biorritmos que o corpo humano pode funcionar melhor quando acordamos com o nascer do sol. Entretanto, para que os alunos acordem mais cedo seria importante que dormissem mais cedo também. E na sociedade contemporânea existem muitos estímulos culturais que dificultam que durmamos mais cedo.

A pesquisa realizada pelo GMDRB exemplifica como os conhecimentos neurocientíficos podem ser aplicados às escolas de forma a otimizar os processos que envolvem a aprendizagem. Nessa perspectiva, Amaral (2016) aponta que pesquisadores envolvidos na Neuroeducação defendem a modificação de currículos e a adoção de novos métodos de ensino com base em conhecimentos a respeito do sistema nervoso. No entanto, ainda que tais pesquisas apontem claramente as mudanças corticais envolvidas no processo de aprendizagem, não é tão

claro como todo este conhecimento advindo das ciências do cérebro podem contribuir para melhorar a prática educacional (BROCKINGTON, 2011).

Fischer e colaboradores (apud LISBOA, 2014) alertam para a distância entre as pesquisas neurocientíficas e a prática de sala de aula, argumentando sobre a dificuldade de realizarmos uma transferência direta entre os resultados dos estudos neurocientíficos e a prática educacional. Para conectar “mente, biologia e educação”, algumas concessões são necessárias: a pesquisa precisa se aproximar da realidade escolar e as práticas educacionais precisam ser avaliadas de forma científica. Ao mesmo tempo, é necessário ter cautela na transposição das descobertas neurocientíficas para as salas de aula. Goswami (2006) aponta que a voracidade dos educadores por informações sobre o cérebro pode gerar os neuromitos, que devem ser eliminados para que não ofusquem os importantes avanços feitos pela neurociência cognitiva que podem realmente ter relevância para a educação. A proposta da Neuroeducação é que os educadores fundamentem sua prática em métodos baseados em evidências empíricas e não mais em achismos disseminados através dos neuromitos.

As discussões sobre como o funcionamento das funções cognitivas influenciam na aprendizagem ainda são pouco utilizadas pelos pesquisadores em Educação. Entretanto, o número de congressos especializados em Neuroeducação cresce a cada ano, de modo que, atualmente, esta é uma linha de pesquisa em franco desenvolvimento (BROCKINGTON, 2011). Dessa forma, há uma forte expectativa de que os resultados das pesquisas nesta área, em um futuro próximo, serão extremamente promissores para o tratamento de questões educacionais. Isso deve contribuir para que se entenda, cada vez mais, os processos envolvidos na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo dos educandos.

É importante ressaltar que os educadores não precisam compreender profundamente como acontece a aprendizagem em nível celular para realizar seus trabalhos. As pesquisas em Educação mostram, há tempos, a influência direta do contexto familiar, escolar e social nos processos de ensino e aprendizagem. Entretanto, deve-se considerar que todo o processo de aprendizagem está íntima e fortemente ligado a mudanças no córtex cerebral, de modo que as descobertas neurocientíficas podem contribuir significativamente nas práticas educacionais visando um melhor desenvolvimento dos estudantes (BROCKINGTON, 2011). É importante que o professor tenha clareza sobre como se constrói o conhecimento em sua área de atuação a fim de refletir sobre as escolhas pedagógicas (relativas a metodologias, objetivos, materiais didáticos, etc) que o mesmo venha a tomar e sobre a pertinência destas para que ocorra a aprendizagem dos estudantes.

2.2 APRENDIZAGEM

Os conhecimentos na área das Neurociências ampliaram o entendimento sobre o funcionamento de diferentes processos cognitivos, especialmente a aprendizagem. Como mencionado na seção sobre Neuroeducação, Tokuhama-Espinosa (2010) propôs em seu livro 21 princípios que podem ser utilizados como guia para as ações educacionais baseadas nos conhecimentos neurocientíficos. Dentre eles, destaco aqui o quinto princípio: a busca por significado é inata na natureza humana. Conforme preconizado por Paulo Freire, por sermos inacabados e termos consciência disso, estamos em constante busca de conhecimento e em processo de transformação. O ato de aprender é inato ao ser humano.

Segundo Ratey (2001), ao compreendermos os processos que ocorrem no cérebro, podemos nos preparar para participar do processo de construção do saber e do mundo, nos tornando mais responsáveis pela maximização de nossas forças e pela minimização de nossas fraquezas. Dessa forma, as descobertas neurocientíficas podem contribuir com o fornecimento de técnicas que buscam aprimorar a aquisição de novos conhecimentos aos seres humanos.

De acordo com o neurocientista Francisco Mora, a aprendizagem

é o processo em virtude do qual se associam coisas ou eventos no mundo, graças à qual adquirimos novos conhecimentos. Denominamos memória o processo pelo qual conservamos esses conhecimentos ao longo do tempo. Os processos de aprendizagem e memória modificam o cérebro e a conduta do ser vivo que os experimenta (MORA, 2004, p. 94).

Para o autor, a aprendizagem é um dos comportamentos (conscientes ou inconscientes) mais antigos do mundo. A aprendizagem é intrínseca ao próprio processo da vida dos organismos, assim como comer, beber ou se reproduzir. Aprender é, em sua essência, ser capaz de sobreviver e a sobrevivência é a lei suprema de todos os organismos (MORA, 2013). A aprendizagem é a responsável pela aquisição de conhecimentos que irão modular o comportamento essencial para a sobrevivência e adaptação ao meio ambiente dos seres vivos. Lent (2010) complementa essa visão ao citar que, além de orientar o comportamento, a aprendizagem é responsável por orientar os pensamentos.

Mora aponta que existe uma forte ligação entre aprendizado e memória. Para Rotta, Ohlweiler e Riesgo (2006), essa conexão ocorre da seguinte maneira: quando uma informação conhecida chega ao SNC, esta gera uma lembrança, que nada mais é do que uma memória. Quando chega uma informação inteiramente nova ao SNC, ela nada evoca, mas produz uma mudança na estrutura e/ou na função do SNC – isto é o aprendizado, do ponto de vista estritamente neurobiológico.

Khan (2013) reforça a ideia de que o processo de aprendizagem possui relação direta com a memória e modifica fisicamente o cérebro. Ao citar Eric Kandel⁹, o autor argumenta que

a aprendizagem é, na verdade, nada mais nada menos que uma série de alterações que ocorrem nas células nervosas que compõem nosso cérebro. Quando uma dada célula está envolvida em aprender, ela literalmente *crece*. (...) O que acontece é que um neurônio “educado” desenvolve novos terminais sinápticos — os minúsculos apêndices através dos quais um neurônio se comunica com o vizinho. O aumento no número de terminais ativos torna a célula nervosa mais eficiente na transmissão de mensagens. Quando esse processo se repete ao longo de um caminho neural inteiro, conduzindo a uma região particular do cérebro, a informação é reunida e armazenada (KHAN, 2013, p. 51, grifo do autor).

Essas novas conexões criadas e reformuladas mostram que o cérebro é um órgão plástico, mutável e maleável, que se modifica com o passar do tempo e de acordo com as experiências vividas. Embora antigamente se pensasse que nascíamos com um número preciso de neurônios e que os mesmos iam sendo perdidos ao longo da vida, hoje se sabe que o processo de neurogênese também acontece. Precisamos notar ainda que cada cérebro é único, pois ele é organizado diariamente de acordo com as experiências de cada indivíduo¹⁰. Cada vez que o cérebro reage em resposta aos estímulos externos, às nossas percepções, pensamentos e ações, ocorrem modificações químicas, anatômicas e fisiológicas devido principalmente às alterações nas redes neuronais (MORA, 2004). O processo de aprendizagem está relacionado à formação de novas conexões sinápticas ou ao fortalecimento ou enfraquecimento destas, que têm seus padrões conectivos modificados a todo o momento (BROCKINGTON, 2011). Essa propriedade do sistema nervoso de alterar sua configuração morfológica ou funcional sob influência dinâmica do ambiente é denominada neuroplasticidade. Como a aprendizagem ocorre em todos os momentos da vida¹¹, a neuroplasticidade é, em última análise, uma característica constante da atividade neural. Se há vida, há atividade neural, e basta haver atividade neural para haver plasticidade cerebral (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2006).

Amaral (2016) destaca que a constatação da neuroplasticidade é a responsável por levar muitos autores a defender a possibilidade de aproximação entre Educação e Neurociências. Se

⁹ Eric Kandel, Arvid Carlsson e Paul Greengard foram ganhadores do Prêmio Nobel de Medicina de 2000 por seus trabalhos sobre a transmissão de sinais no sistema nervoso. Suas descobertas influenciaram diretamente no tratamento da doença de Parkinson e contribuíram para o desenvolvimento de medicamentos antidepressivos (<https://www.scielo.br/j/jbpm1/a/4Kxfm8Z93T5NrLdqxGpLLVx/?lang=pt> acessado em 27 de julho de 2022).

¹⁰ A plasticidade e a individualidade do cérebro decorrentes das experiências vividas são descritas, respectivamente, como sexto, primeiro e terceiro dos 21 princípios de Tokuhamas-Espinosa (2010).

¹¹ Tokuhamas-Espinosa (2011) aponta como um neuromito a crença de que o cérebro aprende tudo que é importante até os três anos de idade. Na verdade, a habilidade de aprender perpassa os estágios de desenvolvimento conforme o indivíduo amadurece (princípio 4) e os princípios da Neuroeducação se aplicam a todas as idades (princípio 7).

por um lado, não há aprendizagem humana sem um aparato biológico apto para isso, por outro lado, esse mesmo aparato biológico sofre constantes modificações a partir da aprendizagem. Ou seja, um ensino eficaz afeta positivamente as funções cerebrais.

O autor reforça, ainda, que outros componentes também estão envolvidos no processo de aprendizagem, tais como: o ambiente, o estado emocional, o aprendiz, o professor, dentre outros. A aprendizagem, portanto, ocorre através das conexões entre neurônios cerebrais, mas depende também de diversos fatores que envolvem o cotidiano do aprendiz. Por outro lado, Brockington (2011) ressalta que não se deve reduzir a complexidade envolvida nos processos educacionais a elementos neuronais. As pesquisas em educação mostram que as relações professor-aluno-saber, bem como a dependência do contexto familiar, escolar e social apresentam papel fundamental nos processos de ensino e aprendizagem, de modo que estas não devem ser ignoradas.

Baseado nos saberes neurocientíficos, o educador Pierluigi Piazzzi divide o ciclo de aquisição de conhecimentos em três fases: entender, apreender e fixar, cada uma devendo ser executada em momentos diferentes ao longo de um dia (PIAZZI, 2011).

Para explicar as três fases, Piazzzi contextualizou cada uma delas com o cotidiano de um aluno. Durante a aula, o aluno passa (ou deveria passar) pela fase do entender. Esse é o momento da descoberta, onde ele é motivado, questionado, estimulado e realiza a conexão entre o novo conhecimento e aquele previamente apreendido. Em um segundo momento, o aluno começa a estudar. Nessa fase ele deverá executar uma tarefa planejada pelo professor e, assim, ele estará preparando os caminhos para transformar “informação” (retida em curto prazo) em conhecimento. Para Piazzzi (2011) é imprescindível que a tarefa seja executada no mesmo dia¹² para que ocorra a ativação dos circuitos neurais que determinarão a reconfiguração das redes sinápticas na terceira fase: a fixação. Durante o sono REM, como já abordado anteriormente, irá ocorrer a fixação do que foi entendido e apreendido pelo aluno durante o dia. Dessa forma, se executado corretamente, o ciclo entender-apreender-fixar obedece ao ritmo circadiano. No entanto, a capacidade de reconfiguração sináptica durante a fase de fixação é limitada. Por isso, o autor sugere que o ritmo adequado é o de estudar pouco, mas todos os dias (PIAZZI, 2011).

O autor exemplifica como os conhecimentos neurocientíficos podem ser aplicados no contexto escolar, de forma a fornecer estratégias que buscam aprimorar a aquisição de novos conhecimentos pelos aprendizes. Cabe ressaltar que o contexto de vida do aprendiz deve ser

¹² De acordo com Piazzzi (2011), “qualquer aula que não implique a execução de uma tarefa inteligente NO MESMO DIA é uma aula fadada a ser esquecida” (PIAZZI, 2011, p. 92, grifo do autor).

levado em consideração para que o processo seja otimizado. Dessa forma, os conhecimentos neurocientíficos devem somar, não substituir os fundamentos já estabelecidos na literatura.

Outros fatores podem tornar os processos de aprendizagem e a consolidação das memórias mais ou menos eficazes, tais como a ansiedade, o nível de alerta, as emoções e o estresse (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2006). Vejamos como alguns desses fatores podem influenciar no processo de aquisição de conhecimentos.

2.2.1 Retendo informações: memória

A memória tem sido indicada como um dos principais pilares da aprendizagem humana (IZQUIERDO, 1989; RATEY, 2001; LENT, 2010; MORA, 2013). Para o neurocientista Ivan Izquierdo (1989), não existe atividade nervosa que não inclua ou não seja afetada de alguma forma pela memória e pelo aprendizado: aprendemos a caminhar, pensar, amar, imaginar, criar, fazer atos-motores simples e complexos, etc. e nossa vida depende de que nos lembremos de tudo isso. Tanto a memória quanto a aprendizagem são fundamentais para a evolução do indivíduo como ser social, pois ultrapassam a simples apreensão das informações pelo sujeito aprendente, passando a fundamentar seu pensamento e suas ações (CARVALHO, 2011).

Izquierdo define memória como

aquisição, formação, conservação e evocação de informações. A aquisição é também chamada de aprendizado ou aprendizagem: só se “grava” aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido (IZQUIERDO, 2018, p. 21).

A memória, portanto, é responsável pelo armazenamento de informações e pela evocação daquilo que está armazenado. Os conceitos de memória e aprendizagem são tão próximos que, mesmo sendo diferentes, é comum encontrarmos um termo como sinônimo do outro (LENT, 2010). Entretanto, apesar da estreita relação entre memória e aprendizagem, não podemos resumir a aprendizagem a um simples armazenamento de dados perceptuais. De acordo com Fischer (2009), deve-se considerar que o corpo, os relacionamentos e a cultura de uma pessoa são integrantes desse processo.

Lent (2010) aponta que psicólogos estabeleceram uma sequência de processos que descrevem o que ocorre quando memorizamos um evento. O primeiro aspecto é a *aquisição*: é a entrada de um evento qualquer nos sistemas neurais ligados à memória, podendo ser de origem externa (conduzidos ao sistema nervoso através dos sentidos), ou de origem interna (oriundos dos próprios pensamentos e emoções). Durante a aquisição ocorre uma *seleção*: os sistemas de memória só permitem a aquisição de alguns aspectos mais relevantes para a cognição, mais

marcantes para a emoção, mais focalizados pela nossa atenção, mais fortes sensorialmente ou priorizados por critérios desconhecidos. Após a seleção dos eventos adquiridos haverá a *retenção*, durante o qual os aspectos selecionados de cada evento ficam disponíveis para serem lembrados. Com o passar do tempo, alguns desses aspectos (ou mesmo todos eles) podem desaparecer da memória: é o *esquecimento*. Este processo é um mecanismo importante para evitar a sobrecarga nos sistemas cerebrais dedicados à memorização e permitir a filtragem dos aspectos mais relevantes de cada evento. O autor destaca que a retenção, na maioria das vezes, é temporária e a presença de elementos distratores influenciam fortemente o esquecimento. Quando um evento é memorizado durante um tempo prolongado, diz-se que houve a *consolidação*. Por fim, a *evocação* (ou lembrança) é o processo pelo qual temos acesso à informação armazenada para utilizá-la mentalmente na cognição, na emoção ou para exteriorizá-la através do comportamento. A figura 3 esquematiza esta sequência de eventos relacionados à memória.

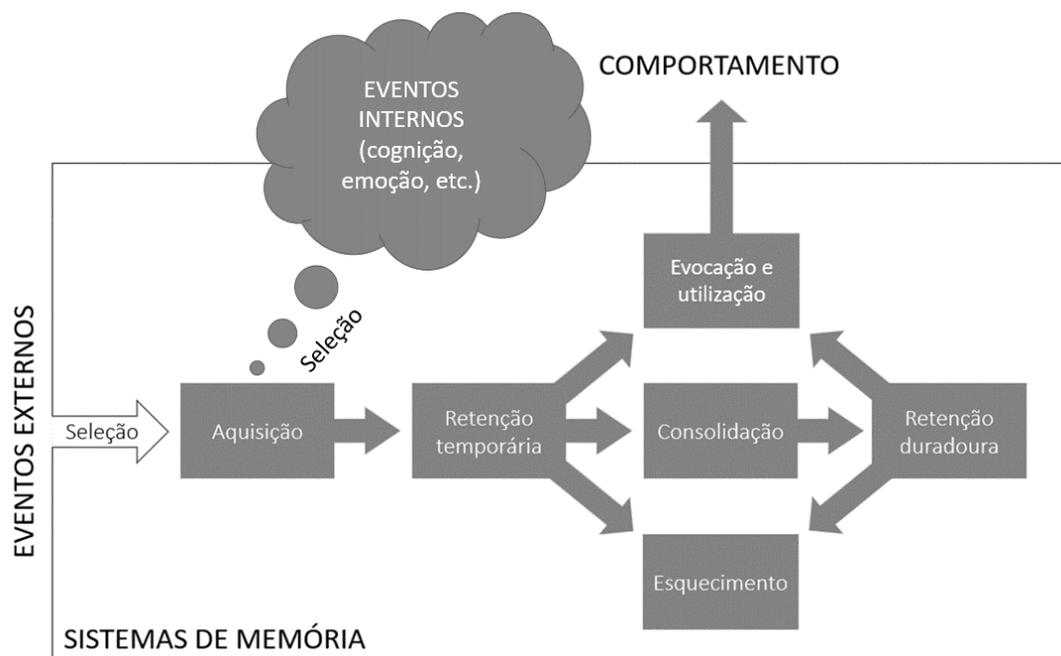


Figura 3: Operações dos sistemas de memória: sequência de processos que descrevem o que ocorre quando memorizamos um evento.

Fonte: modificado de Lent (2010).

As memórias podem ser classificadas em vários tipos e subtipos de acordo com suas características. Uma classificação habitual é de acordo com o tempo de retenção, podendo ser ultrarrápida, de curta duração e de longa duração. Izquierdo (1989) aponta que essa classificação é útil desde um ponto de vista descritivo até para a utilização clínica, mas não há nenhuma evidência real de que esses tipos de memória apresentem processos diferentes. De

acordo com Piazzzi (2008), as memórias ultrarrápida e de curta duração têm como função básica manter o indivíduo em condições de responder, ler, dar seguimento a episódios e manter o diálogo, sendo de grande importância para a fase de aquisição na formação das memórias. Quando a memória de curto prazo é consolidada, esta se torna uma memória de longo prazo.

Ao citar Kandel, Khan (2013) explica que, para que uma memória persista, é necessário que o indivíduo preste atenção¹³ à informação e, em seguida, a associe significativa e sistematicamente a algum conhecimento já bem estabelecido na memória. Isso mostra que temos mais facilidade em compreender e lembrar de algo se pudermos relacionar com o que já sabemos. Essa é a essência da teoria da aprendizagem significativa proposta inicialmente por David Ausubel¹⁴, que considera que o aprendizado de algo novo depende do que cada um já sabe, além de apresentar caráter construtivista e interacionista (ORTERO, 2015).

Outra forma de classificar as memórias é de acordo com sua natureza, podendo ser explícita (declarativa), implícita (não declarativa) ou operacional (memória de trabalho) (IZQUIERDO, 1989; LENT, 2010). A memória explícita reúne tudo que só podemos evocar por meio das palavras ou outros símbolos. A memória implícita se diferencia por não precisar ser descrita com palavras. Ela requer mais tempo e treinamento para se formar, mas persiste mais duradouramente. Já a memória operacional se caracteriza pelo armazenamento de informações que serão úteis apenas para o raciocínio imediato e a resolução de problemas, podendo ser descartadas (esquecidas) logo a seguir.

O quadro 2 resume os tipos e subtipos de memória de acordo com o tempo de retenção e a natureza da memória.

	Tipos e subtipos	Características
Quanto ao tempo de retenção	Ultrarrápida	Dura de frações de segundos a alguns segundos; memória sensorial
	Curta duração	Dura minutos ou horas, garante o sentido de continuidade do presente
	Longa duração	Dura horas, dias ou anos, garante o registro do passado autobiográfico e dos conhecimentos do indivíduo
Quanto à natureza	Explícita	Pode ser descrita por meio de palavras e outros símbolos

¹³ Apontado como princípio 17 de Tokuhama-Espinosa (2010): a aprendizagem depende da memória e da atenção.

¹⁴ Interessante destacar que Ausubel iniciou a discussão sobre a aprendizagem significativa em 1968 no livro *Educational psychology: a cognitive view*, cerca de vinte anos antes da efusão dos debates sobre os mecanismos que envolvem o cérebro no período conhecido como a “década do cérebro”.

	<i>Episódica</i>	<i>Tem uma referência temporal: memória de fatos sequenciados</i>
	<i>Semântica</i>	<i>Envolve conceitos atemporais: memória cultural</i>
	Implícita	Não precisa ser descrita por meio de palavras
	<i>De representação perceptual</i>	<i>Representa imagens sem significado conhecido: memória pré-consciente</i>
	<i>De procedimentos</i>	<i>Hábitos, habilidades e regras</i>
	<i>Associativa</i>	<i>Associa dois ou mais estímulos (condicionamento clássico), ou um estímulo a uma certa resposta (condicionamento operante)</i>
	<i>Não associativa</i>	<i>Atenua uma resposta (habituação) ou aumenta-a (sensibilização) através da repetição de um mesmo estímulo</i>
	Operacional	Permite o raciocínio e o planejamento do comportamento

Quadro 2: Tipos, subtipos e características das memórias. Classificação de acordo com o tempo de retenção e a natureza da memória.

Fonte: modificado de Lent (2010).

Do ponto de vista neurobiológico, os mecanismos neurais da memória não são completamente conhecidos. Izquierdo (1989) descreve que certas estruturas do Sistema Límbico como o hipocampo, a amígdala e suas conexões com o hipotálamo e o tálamo regulam a gravação e a evocação de todas as memórias – ou pelo menos a maioria. Este conjunto de estruturas constitui um sistema modulador que influi na decisão, pelo Sistema Nervoso, do que deve ser gravado e evocado. As memórias consolidadas são armazenadas em diferentes áreas do córtex cerebral de acordo com a sua função. Por exemplo, memórias motoras são armazenadas no córtex motor no lobo frontal; memórias visuais são armazenadas no córtex visual no lobo occipital, e assim por diante (LENT, 2010; MORA, 2013).

Quando conseguimos estabelecer uma conexão entre a informação nova e a memória preexistente, são liberadas substâncias neurotransmissoras, como a acetilcolina e a dopamina, que aumentam a concentração e geram satisfação. É dessa forma que a memória e a emoção se conectam e influenciam na aprendizagem (POSNER; RAICHLE, 2001 apud CARVALHO, 2011). Veremos como as emoções se relacionam com a memória e a aprendizagem na seção a seguir.

2.2.2 Aprendendo com alegria: emoções

Descobertas neurocientíficas revelam que diferentes aspectos da memória são ativados em diferentes contextos emocionais, possibilitando, assim, aprofundar as discussões acerca das relações entre emoção e cognição (entendida por alguns autores como razão) (BROCKINGTON, 2011). Uma situação cotidiana que exemplifica essa relação entre memória e emoção é o fato de algumas pessoas se lembrarem de músicas melancólicas quando estão se sentindo tristes ou se recordarem da infância quando comem um alimento saboroso. Porém, mais do que exercer papel fundamental na memorização e na aprendizagem, Mora (2013) atribui às emoções a característica de serem a base de energia que nos mantêm vivos. Sem elas, nos encontraríamos deprimidos, apagados.

Mas o que é uma emoção? Para Brockington (2011), a emoção é um sentimento complexo, profundamente atrelado a contextos e histórias de vida, a pessoas e situações. “O que nos emociona, emociona porque é visceral; pois, nos toca mais do que superficialmente” (BROCKINGTON, 2011, p. 62). Ao se apoiar na literatura, o autor destaca que existe uma gama de definições para a emoção, indicando a complexidade em desenvolver um conceito que seja consensual. Essa dificuldade surge a partir da diversidade dos tipos de manifestações emocionais e da diversidade de teorias divergentes em pesquisas psicológicas que têm como foco as emoções.

Uma das primeiras teorias para explicar as emoções foi elaborada pelo psicólogo americano William James (1842 – 1910). James acreditava que as emoções não existem sem manifestações fisiológicas e comportamentais e que a experiência emocional seria causada por elas (LENT, 2010; DAMÁSIO, 2012; BROCKINGTON, 2011). Damásio (2012) destaca um excerto do artigo *What is an Emotion?* de James (1884) que exemplifica essa ideia

É-me muito difícil, se não mesmo impossível, pensar que espécie de emoção de medo restaria se não se verificasse a sensação de aceleração do ritmo cardíaco, de respiração suspensa, de tremura dos lábios e de pernas enfraquecidas, de pele arrepiada e de aperto no estômago. Poderá alguém imaginar o estado de raiva e não ver o peito em ebulição, o rosto congestionado, as narinas dilatadas, os dentes cerrados e o impulso para a ação vigorosa, mas, ao contrário, músculos flácidos, respiração calma e um rosto plácido? (JAMES, 1890 apud DAMÁSIO, 2012, p. 144).

Na visão jamesiana, as emoções são constituídas por uma sequência de mudanças no corpo devido à ocorrência de um estímulo, ou seja, são as reações fisiológicas que causam as emoções e não o contrário. A partir dessa perspectiva, depreende-se, por exemplo, que ficamos tristes porque choramos e não choramos porque estamos tristes. Damásio (2012) aponta que a teoria de James foi duramente criticada por uma série de fatores. O psicólogo atribuiu pouca

importância ao processo de avaliação mental da situação que provoca a emoção, não relacionou sentimento à emoção e não estabeleceu as possíveis conexões entre emoções e o processo de cognição ou no comportamento.

Já Mora (2013) descreve que a emoção é um comportamento que inclui todas as mudanças que ocorrem no corpo desencadeadas por uma ampla gama de estímulos que vêm de tudo que cerca o indivíduo (ou a partir da evocação da memória de tais estímulos) e que indicam recompensas (prazer) ou punição (dor ou desagrado). As emoções que têm caráter prazeroso resultam na motivação por prolongar a experiência emocional, ou seja, estão relacionadas a um reforço positivo, enquanto as emoções com caráter de punição resultam na motivação em interromper a experiência, gerando um reforço negativo. O amor, a alegria, a amizade e o prazer são exemplos de emoções positivas; o medo, a tristeza, a raiva, a ansiedade e o estresse são emoções negativas (LENT, 2010). Mora destaca, ainda, que as emoções são importantes para a sobrevivência do indivíduo, a sobrevivência da espécie e para o bom funcionamento das relações sociais.

Na mesma perspectiva, Lent (2010) também relaciona a emoção com o comportamento e a equipara com a razão. Para o autor, emoção e razão são operações mentais acompanhadas de uma experiência interior característica, capazes de orientar o comportamento e realizar os ajustes fisiológicos necessários. Lent (2010) aponta que

razão e emoção são aspectos genéricos de um mesmo contínuo, e expressam as mais sofisticadas propriedades do cérebro humano. Como parte desse contínuo podemos destacar, no extremo racional, operações como o pensamento lógico, o cálculo mental e a resolução de problemas; na ponta emocional o medo, a agressividade e o prazer. No meio, uma infinidade de possibilidades: o comportamento socialmente determinado (ajuste social), a apreciação e a criação artística, a tomada de decisões, o planejamento de ações futuras, e assim por diante. Esse contínuo infinito é o que chamamos *Mente*¹⁵ (LENT, 2010, p. 715).

Dessa forma, o autor destaca o rompimento do dualismo *emoção versus razão*, visão que perdurou durante muitos séculos nas sociedades. Essa dualidade teve início na obra *A República* de Platão entre 380-370 a.C. Na visão platônica, a alma era caracterizada por um equilíbrio instável entre suas funções superiores (razão e vontade) e suas funções inferiores (instintos ou apetites), postulando de maneira sistemática uma distinção entre razão e emoção. Além desta diferenciação, se estabeleceu ainda uma crença de que a razão é superior à emoção. Esta supremacia ficou mais evidente na filosofia ocidental durante o século XVII através da

¹⁵ Ao longo da história, filósofos e cientistas debateram se existe e qual seria o “órgão da mente”. Povos antigos apostavam no coração, um órgão “quente”, consistente, pulsátil e que fica no meio do corpo. Hoje não há dúvida de que existe uma forte relação entre a mente e o cérebro, mesmo que este seja “frio”, gelatinoso e imóvel. Entretanto, ainda há o debate se um “produz” o outro ou se ambos têm existência relacionada, porém independente (LENT, 2010).

célebre frase de René Descartes “*cogito, ergo sum*”, traduzida no português como “penso, logo existo”. A razão era vista como guia para as ações sensatas e como instrumento para se alcançar a verdade, enquanto as emoções conduziram a ações equivocadas (BROCKINGTON, 2011).

Foi somente há cerca de 50 anos que o estudo da emoção deixou de ser preterido pelo da razão. No livro “O erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro humano”, do neurocientista António Damásio (1944-), publicado em 1994, ficou conhecido como uma das referências no estudo desses processos. Nele, Damásio mostra resultados de trabalhos clínicos realizados com pacientes com lesões neurológicas que dão suporte a sua teoria: a razão e a emoção estão interrelacionadas. Atualmente, resultados de diferentes pesquisas sugerem fortemente a existência de uma interação entre emoção e razão, de modo que esta relação se mostra mais de integração do que de separação (BROCKINGTON, 2011).

Para Damásio (2012), a emoção é uma resposta ao conteúdo de determinados estímulos (presentes no ambiente externo ou na mente do indivíduo) que produz uma alteração temporária do estado do corpo e do estado de diferentes estruturas cerebrais. O conjunto dessas mudanças constitui o substrato para os padrões neurais que se tornam sentimentos de emoção. Desta forma, o autor faz uma distinção entre emoção e sentimento: um sentimento é a percepção interna da relação entre um objeto e o estado emocional do corpo, refletindo como nos sentimos frente a uma emoção. Todas as emoções originam sentimentos (se estiver desperto e atento), mas nem todos os sentimentos provêm de emoções. Estes são os sentimentos de fundo, descritos adiante. Muitas das emoções são publicamente observáveis pelas expressões faciais¹⁶, pelo comportamento e tom de voz do indivíduo, enquanto os sentimentos se mantêm privados na maior parte do tempo, sendo observados apenas pela própria pessoa. Dessa premissa surgiu a célebre frase de Damásio: “As emoções ocorrem no teatro do corpo. Os sentimentos ocorrem no teatro da mente”.

Damásio (2012) descreve que há dois tipos de emoção: a primária (básica) e a secundária. As emoções primárias são inatas, experienciadas pelo indivíduo desde a infância. São elas a alegria, tristeza, medo, nojo/repugnância, raiva e surpresa (LENT, 2010). Damásio (2012) levanta a hipótese de que os seres humanos e outros animais são programados para reagir com uma emoção primária de modo pré-organizado. Não é necessário conhecer o objeto

¹⁶ A investigação acerca dos mecanismos biológicos das emoções passou a receber maior atenção da comunidade científica após o trabalho de Paul Ekman e colaboradores a partir de 1969, influenciados pela obra *The expressions of the Emotions in Man and Animals* (1965) de Charles Darwin. Por meio de estudos das expressões faciais de indivíduos das mais diferentes culturas, estes pesquisadores propuseram que as emoções básicas podem ser anatomicamente distinguidas, implicando em uma base biológica inata para a experiência emocional (BROCKINGTON, 2011).

previamente para provocar uma resposta no corpo. Por exemplo, reagimos de forma inata quando nos deparamos com animais de grande porte, de grande envergadura, muito rápidos ou que emitem determinados sons. Um bebê pode nunca ter visto um urso, mas provavelmente sentirá medo e começará a chorar caso se depare com o animal raivoso.

Já as emoções secundárias são aprendidas pelo indivíduo, sendo influenciadas por suas condições e local de vida, pelo contexto social, cultural, dentre outros condicionantes. É a vivência pessoal e única que permite a personalização desse processo para cada indivíduo. São exemplos a culpa, a vergonha e o orgulho. Muitas vezes são chamadas de emoções morais, pois é por meio delas que os seres humanos obedecem (ou não) às regras de comportamento que a sociedade lhes recomenda. Por exemplo, talvez você sinta vergonha de se despir em público e seja até punido por esse ato, mas um índio amazônico provavelmente sentirá e reagirá a essa situação de forma diferente (LENT, 2010). O autor aponta que existem outras diversas emoções como amor, ódio, encantamento, agonia, desprezo, desespero, inveja e muitas outras. Essa diversidade de emoções torna difícil sua classificação.

Os sentimentos de fundo foram definidos por Damásio como estados gerais de bem-estar ou mal-estar, de ansiedade ou apreensão, de calma ou tensão. Eles não são nem demasiado positivos nem demasiado negativos, ainda que possam se revelar agradáveis ou desagradáveis. O neurocientista aponta que, muito provavelmente, são esses sentimentos, e não os emocionais, que ocorrem com mais frequência ao longo da vida.

As regiões cerebrais responsáveis pelas emoções são conhecidas como Sistema Límbico, que inclui o córtex cingulado, o hipocampo¹⁷, o hipotálamo, os núcleos anteriores do tálamo e a amígdala¹⁸, sendo esta o “botão de disparo” e modulador de toda experiência emocional. A função da amígdala é receber as informações sensoriais e interiores provenientes do córtex e do tálamo, filtrá-las para avaliar sua natureza emocional e comandar as regiões responsáveis pelos comportamentos e ajustes fisiológicos adequados (no hipotálamo e no tronco encefálico) (LENT, 2010).

De maneira geral, as evidências advindas de pesquisas oriundas da psicologia cognitiva e das neurociências cognitivas sugerem que os estados emocionais influenciam fortemente no processamento de informações (BROKINGTON, 2011). Tokuhamas-Espinosa (2010) destaca

¹⁷ O hipocampo não participa de modo determinante nos mecanismos neurais da emoção. Ele atua indiretamente por participar da consolidação da memória explícita, inclusive as emocionais (LENT, 2010).

¹⁸ Não confundir com a amígdala palatina, estrutura do sistema imunitário presente na garganta. Para evitar a confusão, esta última é chamada atualmente de tonsila.

que as emoções são cruciais para detectar padrões, fazer escolhas e aprender¹⁹, e que a busca por significados ocorre através do reconhecimento de padrões²⁰ e é inata da natureza humana. Para Mora (2013), as emoções são o pilar mais importante sobre o qual se baseiam todos os processos de aprendizagem, participando das etapas de retenção e evocação das memórias de forma mais eficaz. Elas despertam e mantêm a curiosidade, a atenção e o interesse em descobrir tudo que é novo, desde a comida, um inimigo ou a aprendizagem na sala de aula.

Todo acontecimento novo associado a um episódio emocional, seja de prazer ou de dor, permite um melhor armazenamento e evocação do ocorrido. As memórias adquiridas em estado de alerta e com certa carga emocional são melhor lembradas que as memórias de fatos inexpressivos ou adquiridas em estado de sonolência (IZQUIERDO, 1989). De acordo com Brockington (2011), pesquisas sugerem que emoções positivas presentes em aulas de ciências estão fortemente envolvidas com um aumento na qualidade da aprendizagem de determinados conteúdos. Dessa forma, reforçamos que o aprendizado não é puramente racional, desvinculado das emoções. Aprender é um ato emocional: o cérebro precisa “se emocionar” para aprender.

A importância da escola como um espaço estimulador e provedor de emoções é notória, pois é um ambiente propício para que ocorra a interação com o outro e a socialização. Em um ambiente afetivo, as crianças constroem pontes, interações e aprendem muito mais facilmente, formando novos caminhos neurais e maximizando o desenvolvimento do cérebro (VALLE, 2019).

Ao reconhecer a importância das emoções nos processos cognitivos, alguns neurocientistas fazem propostas de modificação no trabalho pedagógico. Pesquisadores alegam que, ao levarem em conta que as emoções interferem na aprendizagem, os professores podem criar estratégias didáticas que possibilitem o surgimento das emoções positivas, que facilitam o aprendizado, e dificultem o florescimento de emoções negativas, as quais atrapalham esse processo (AMARAL, 2016). Esse conhecimento permite que os educadores possam planejar suas aulas de forma que estas sejam capazes de ativar áreas cerebrais que promovam uma aprendizagem mais prazerosa e significativa.

Não é possível controlar as emoções de terceiros, mas é possível criar situações estimulantes para que elas ocorram. É neste cenário que o jogo surge como recurso pedagógico estratégico para tornar as aulas mais lúdicas, estimulantes e emocionantes. Seja através do afeto ou do brincar, gerar situações que façam com que o cérebro do aluno se emocione é essencial, pois quanto mais emoção tiver, mais fácil será o aprendizado (VALLE, 2019). A utilização de

¹⁹ Princípio 11 da Neuroeducação (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2010).

²⁰ Princípio 9 da Neuroeducação (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2010).

jogos como estratégia pedagógica será discutida adiante na seção 2.3. Antes, vejamos como a aprendizagem foi compreendida ao longo dos anos a partir das teorias do conhecimento.

2.2.3 Teorias do conhecimento: do inatismo ao construtivismo

Adentrando no campo filosófico sobre os aspectos que envolvem a aprendizagem, as teorias do conhecimento abrangem problemas relativos à possibilidade, à origem e à essência do conhecimento. De maneira geral, elas trazem reflexões sobre os diferentes modos de ensino e de aprendizagem, sobre o conteúdo, a metodologia, o contexto e os sujeitos que envolvem a natureza da relação de ensino e aprendizagem que se estabelece entre duas ou mais pessoas e, especificamente, no âmbito da educação formal, da relação entre professor e aluno (DALBOSCO, 2012).

Existe uma pluralidade de concepções epistemológicas acerca dos processos envolvidos no ato de ensinar e de aprender. De acordo com Becker (1993), as epistemologias podem ser classificadas em três grandes grupos: o inatismo (ou apriorismo), o empirismo e o construtivismo.

O inatismo defende que o sujeito já traz pronto em sua bagagem hereditária a estrutura conceitual necessária para compreender o mundo (DALBOSCO, 2012). Essa teoria, defendida por Platão, sugere que as ideias já nascem com o sujeito, residindo em seu interior e sendo anteriores às experiências, ou seja, o conhecimento já estaria contido na “alma” do sujeito. Assim, as pessoas naturalmente carregariam certas aptidões, habilidades, conceitos, conhecimentos e qualidades em sua bagagem hereditária, ou seja, o indivíduo apresenta vocação ou talento para determinados conhecimentos.

Essa corrente pressupõe que o aprendiz já possui a estrutura cognitiva necessária para assimilar o conhecimento transmitido e que precisaria apenas ser estimulado a acessar essas informações. Conhecer, portanto, seria algo como lembrar, pois a pessoa já domina determinados conceitos desde que nasce. Do ponto de vista pedagógico, o educador seria o responsável por extrair do interior do aluno o conhecimento que nele já reside, devendo interferir o mínimo possível e apenas trazer o saber à consciência e ajudar a organizá-lo (BECKER, 1994).

Esta corrente traz a perspectiva de que o educando é conduzido, do começo ao fim, a responder perguntas que o professor lhe impõe, sem poder formular suas próprias perguntas ou mesmo mudar a rota do diálogo. Destaca-se, assim, um papel de total subserviência do

educando, que deve se manter fielmente no caminho retilíneo de questionamento preestabelecido pelo educador (DALBOSCO, 2012).

Embora tenha vigorado na Europa durante muitos séculos, atualmente é difícil encontrarmos epistemólogos ou pedagogos que defendam esse modelo clássico (DALBOSCO, 2012). Entretanto, o autor aponta que a ideia de educação como “extrair de dentro” (*Educere*) ainda mantém sua influência em práticas pedagógicas e em teorias educacionais atuais, mesmo que de forma implícita.

Em contrapartida, o empirismo é pautado na noção de que todo conhecimento é adquirido pelos sentidos, sendo a experiência reconhecida como a única fonte legítima para produção de conhecimento (ANDRADE, 2009). Na visão empirista, o ser humano nasce como tábula rasa e o conhecimento deve ser adquirido através das experiências vividas pelo aprendiz, ou seja, a mente humana assimila as experiências e preenche um vazio (SOFFNER, 2018).

Becker (1994) exemplifica a visão empirista no contexto de sala de aula da seguinte forma: o professor empirista ensinará a teoria e exigirá que seu aluno a aplique à prática, ignorando que o aluno possa apresentar quaisquer conhecimentos prévios sobre o assunto em questão. Exigirá, ainda, que seu aluno repita inúmeras vezes a teoria até memorizá-la, pois ele é, originalmente, uma folha de papel em branco em termos de conhecimento.

Traçando um paralelo entre inatismo e empirismo, percebe-se que essas teorias apresentam visões opostas sobre a origem do conhecimento. Enquanto o inatismo considera que “o saber está no indivíduo”, o empirismo apresenta como base que “o saber está na realidade exterior”. Apesar de apresentarem perspectivas antagônicas, Soffner (2018) aponta que essas teorias apresentam uma similaridade: ambas demonstram uma passividade do sujeito no processo de aprendizagem, tendo todo o processo centrado na figura do professor, seja para extrair o conhecimento do interior do aluno (na visão inatista) ou para fornecer todo o conhecimento (na visão empirista).

Rompendo com esses paradigmas, nasce uma tentativa de caminho do meio para explicar como ocorre o aprendizado: a perspectiva construtivista. De acordo com Matthews (1993), o construtivismo se baseia em uma gama de teorias filosóficas, epistemológicas e psicológicas, contemplando diferentes visões acerca da aprendizagem. O autor aponta a influência das visões de filósofos como Thomas Kuhn, Paul Feyerabend e Imre Lakatos, da epistemologia genética de Jean Piaget e da teoria de aquisição da linguagem de Lev Vygotsky. Neste trabalho iremos destacar os principais aportes trazidos pelas teorias de Piaget e Vygotsky, por serem considerados os principais representantes do construtivismo (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015).

Embora nunca tenha se dedicado à Pedagogia, os trabalhos de Jean Piaget (1896-1980) trouxeram muitas contribuições para a área da educação²¹ (NIEMANN; BRANDOLI, 2012). Piaget observou como recém-nascidos passavam do estado de não reconhecimento de sua individualidade frente ao mundo que o cerca até a idade de adolescente, onde já se tem início as operações de raciocínio mais complexas (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015).

Através dessas observações, Piaget percebeu que “a inteligência não principia, pois, pelo conhecimento do eu nem pelo das coisas como tais, mas pelo da sua interação; e é orientando-se simultaneamente para os dois polos dessa interação que a inteligência organiza o mundo, organizando-se a si própria” (PIAGET, 1978, p. 330). Para o epistemólogo, o conhecimento se constrói através da interação entre o sujeito e o meio físico e social: o mundo constrói o sujeito, na mesma medida que o sujeito constrói o mundo – daí a palavra construtivismo.

Piaget acreditava que, apesar de trazer uma bagagem hereditária que remonta a milhões de anos de evolução, a criança, quando nasce, não consegue emitir a mais simples operação de pensamento ou o mais elementar ato simbólico²². Ao mesmo tempo, por mais que o meio social remonte a milhares de anos de civilização, este não consegue ensinar ao recém-nascido o mais elementar conhecimento objetivo (BECKER, 1994; NIEMANN; BRANDOLI, 2012). Dessa forma, tanto o sujeito quanto o objeto são projetos a serem construídos mutuamente a partir da interação entre eles. Becker (1994) descreve esse processo de construção da seguinte forma:

O sujeito age sobre o objeto, assimilando-o: essa ação assimiladora transforma o objeto. O objeto, ao ser assimilado, resiste aos instrumentos de assimilação de que o sujeito dispõe no momento. Por isso, o sujeito reage refazendo esses instrumentos ou construindo novos instrumentos, mais poderosos, com os quais se torna capaz de assimilar, isto é, de transformar objetos cada vez mais complexos. Essas transformações dos instrumentos de assimilação constituem a ação acomodadora. (BECKER, 1994, p. 88).

O indivíduo, portanto, é um sujeito ativo cuja ação tem duas dimensões: assimiladora e acomodadora. Ao assimilar o meio através de suas próprias ações, o sujeito transforma-se a si mesmo, instrumentalizando-se, desse modo, a assimilar melhor da próxima vez. Da mesma

²¹ A divulgação das ideias de Piaget no Brasil tem início no final da década de vinte no contexto do Movimento da Escola Nova. A crença liberal escolanovista considera que a realização de inovações pedagógicas poderia mostrar melhores resultados do que os obtidos pela escola tradicional, que não consolidara objetivos sociais e democráticos (NIEMANN; BRANDOLI, 2012).

²² O ato simbólico é a capacidade que a criança adquire de diferenciar significantes e significados. Por meio de suas manifestações, a criança torna-se capaz de representar um significado (objeto, acontecimento) através de um significante diferenciado e apropriado para essa representação. Através do ato simbólico, a criança de dois a sete anos passa a representar as ações, situações e os fatos de sua vida por meio de símbolos e o faz através de condutas como a imitação diferida, construção da imagem mental, jogo simbólico, linguagem e desenho (BECKER, 2017).

forma, quando o organismo se relaciona com o meio, transforma-o. Nesse sentido, o organismo modifica o meio e, com o passar dos tempos, o próprio organismo se transforma e se reconstrói em função das informações que foram por ele construídas. Essas duas dimensões (assimilação e acomodação) correspondem ao conceito de adaptação de Piaget e constituem duas faces complementares entre si de todas as suas ações (BECKER, 1994; SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015). Assim, Piaget propôs que as crianças constroem o próprio conhecimento a partir da interação com o mundo, tendo um papel ativo no aprendizado. Para o epistemólogo, cada vez que ensinamos prematuramente algo a uma criança que ela poderia ter descoberto sozinha, essa criança foi impedida de inventar e, conseqüentemente, de entender completamente (PIAGET, 2010).

Tal qual Piaget, Lev Vygotsky (1896 – 1934) discorreu sobre o protagonismo do indivíduo no processo de aprendizagem, construindo o conhecimento na sua interação com o meio. Contudo, enquanto Piaget enfatizava a interação do sujeito com o objeto, Vygotsky destacou a relação mediada pelo contato com o outro (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015). Para Vygotsky,

o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (VYGOTSKY, 1991, p. 60-61).

Assim, a interação social exerce papel central no processo de desenvolvimento e aprendizagem, tendo em vista que o sujeito é social em essência e não pode ser separado ou compreendido fora do contexto histórico sociocultural (JÓFILI, 2002). A relação do indivíduo com o mundo é sempre mediada pelo outro, pois é ele quem dá o significado aos objetos, às experiências e é quem nos permite pensar o mundo à nossa volta, tendo o afeto um papel essencial (ANDRADE, 2009).

Andrade (2009) aponta que aprendizagem e desenvolvimento são processos interrelacionados, sendo o primeiro antecessor do segundo. Vygotsky classificou o processo de desenvolvimento em três zonas: (i) a zona de desenvolvimento real caracteriza as funções dominadas e realizadas de forma independente pela criança; (ii) a zona de desenvolvimento potencial representa as funções que estão em processo de maturação e podem ser desempenhadas pela criança com ajuda de outras pessoas mais experientes; e (iii) a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é a distância entre a zona de desenvolvimento real e potencial (JÓFILI, 2002; SOFFNER, 2018). Dessa forma, o objetivo da aprendizagem é prever o desenvolvimento potencial e criar ZDP, pondo em movimento processos de desenvolvimento

interno que seriam desencadeados pela interação da criança com outras pessoas de seu meio, como os pais e os professores (JÓFILI, 2002; ANDRADE, 2009).

Vygotsky denomina os mediadores que irão orientar o processo de desenvolvimento humano como instrumentos e signos. Os instrumentos simbolizam a ação humana sobre os objetos, modificando-os, apresentando uma natureza externa. Já os signos constituem uma atividade interna orientada para o psiquismo do próprio sujeito, sendo representados por sistemas simbólicos como a linguagem²³, escrita, sistema numérico, dentre outros (RIPPER, 1993). Tanto o controle do comportamento interno como o da natureza acarretam mudanças no funcionamento cognitivo que permitem o desenvolvimento de processos psicológicos mais complexos, tais quais a memória voluntária, atenção seletiva e pensamento lógico (JÓFILI, 2002).

O construtivismo, portanto, pode ser visto como uma teoria que se baseia no protagonismo do sujeito na aprendizagem e desenvolvimento, enaltecendo a interação com o meio e com o outro durante o processo. A construção do conhecimento é vista como um processo coletivo e compartilhado. No âmbito escolar, o conhecimento se dá na relação entre o professor e o estudante, e entre os próprios estudantes (interações horizontais), e a troca é um elemento essencial. A interação é proposta pelos construtivistas como importante ferramenta de aprendizagem porque o próprio contato com o outro e a escuta de visões diferentes já implica em aprendizagem, por mais que ao final do diálogo cada sujeito se mantenha com sua opinião (MOURA; CAREGNATO, 2019).

A concepção epistemológica do construtivismo no ambiente escolar se baseia na transformação do foco da escola do conteúdo ensinado para o sujeito que aprende, ou seja, o aluno. Ele deve participar ativamente do próprio aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida, o desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos (NIEMANN; BRANDOLI, 2012).

Não obstante, o protagonismo do aluno não exime o professor de suas atividades pedagógicas. Nessa perspectiva, o papel do professor é agir como um mediador, devendo: (i) assegurar um ambiente dentro do qual os alunos possam reconhecer e refletir sobre suas próprias ideias; (ii) estar consciente dos conceitos prévios dos alunos; (iii) engajar os alunos com relação aos conteúdos apresentados; (iv) criar situações experimentais para facilitar a

²³ A linguagem é referida por Vygotsky como o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos. Ela exerce papel fundamental na comunicação entre indivíduos e no estabelecimento de significados compartilhados que permitem interpretação dos objetos, eventos e situações do mundo real, além do intercâmbio social e pensamento generalizante (RIPPER, 1993).

aprendizagem de seu aluno; (v) guiar o aluno durante o processo de aprendizagem; (vi) organizar a interação do estudante com seus pares e os conteúdos; e (vii) ajudar os alunos a superar os impasses que surgem durante as discussões (BROCKINGTON, 2011; JÓFILI, 2002; SOFFNER, 2018; MOURA; CAREGNATO, 2019). Portanto, o professor continua sendo fundamental no processo de ensino e aprendizagem, sendo o responsável por fomentar o amadurecimento de seu estudante e contribuir para o seu crescimento cognitivo. Ademais, a presença do mais experiente, nesse caso, o professor, pode estabelecer relações cooperativas no sentido de desenvolvimento no processo de assimilação dos conhecimentos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015).

Na visão construtivista, a escola deve ser um ambiente com objetivo de criar possibilidades para as múltiplas interações entre o educando e os conteúdos que ele deve aprender, potencializando e favorecendo as construções de estruturas intelectuais. Deve, também, problematizar atividades que envolvam o aluno, provocando o mesmo a uma procura criativa e intuitiva de soluções aos desafios que estão à sua volta (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2015). Os autores apontam, ainda, que a escola construtivista ensina o aprendiz a pensar e buscar mais que as outras que não apresentam essa perspectiva, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

Vale ressaltar que os pressupostos da teoria construtivista, surgidos entre o final do século XIX e início do século XX, se enquadram nos princípios da Neuroeducação descritos no século XXI. Destacamos aqui dois pontos convergentes com os princípios elencados por Tokuhamas-Espinosa (2010): (i) a aprendizagem é um processo construtivista e a habilidade de aprender perpassa os estágios de desenvolvimento conforme o indivíduo amadurece; e (ii) o cérebro depende da interação com os outros para dar sentido às situações sociais. Destacamos também que o inatismo e o empirismo apresentam bases que, atualmente, são vistas como neuromitos: crianças são tábulas rasas; a história do estudante não afeta seu aprendizado; e o aprendizado pode ser isolado de seu conteúdo social e emocional (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2011). Dessa forma, observamos que o construtivismo apresenta fundamentos que atualmente são respaldados pelos conhecimentos neurocientíficos, ao contrário do inatismo e do empirismo.

Traçando um paralelo entre as bases construtivistas de Piaget e Vygotsky com a pedagogia crítica de Paulo Freire (abordada na seção 2.1.2), percebe-se que as obras desses autores apresentam similaridades. Os autores mostram a preocupação com um ensino que transcende a transmissão de um conteúdo específico. As escolas devem estimular o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, que implica em um compromisso com o

pensamento independente e o bem-estar comum (JÓFILI, 2002). Piaget, Vygotsky e Freire apresentam elementos que corroboram para a prática do ensino na qual se tenha como referência a formação integral dos indivíduos como sujeitos políticos, autônomos e emancipados - sendo este o caminho para a liberdade.

2.3 O JOGO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA

A Teoria das Inteligências Múltiplas, desenvolvida, entre outros, por Howard Gardner (1943-) em 1995, se torna uma justificativa importante para a utilização de jogos no contexto educacional (LIMA, 2008). De acordo com o autor, Gardner destaca a existência de espaços de cognição cerebrais que apresentam competências específicas e que processam determinadas informações. O ser humano apresenta, pelo menos, oito diferentes pontos no seu cérebro que abrigam várias inteligências: cinestésico-corporal, linguística, lógico-matemática, espacial, musical, naturalística, intrapessoal e interpessoal. Para que ocorra o desenvolvimento de uma competência, é fundamental que se ofereçam oportunidades adequadas e um trabalho específico sobre ela. De acordo com Lima (2008), a atividade lúdica, ao ser valorizada e utilizada como recurso pedagógico, pode contribuir para o desenvolvimento de todas as competências do educando. No quadro 3, o autor apresenta algumas sugestões de atividades lúdicas que podem estimular o desenvolvimento das várias inteligências propostas por Gardner.

Inteligências Múltiplas (Gardner 1995a)	Atividades propostas
INTELIGÊNCIA LINGÜÍSTICA	Rimas, parlendas, trava-línguas, adivinhas, fórmulas de escolha, jogos simbólicos, jogos dramáticos, músicas.
INTELIGÊNCIA LÓGICO-MATEMÁTICA	Bingos, quebra-cabeças, jogos da memória, tabuleiros, cartas, jogos rítmicos, jogos de alvo, mímicas, arremessos: cadeira e argola, boliche, queimada, tiro ao alvo, biroca, betis.
INTELIGÊNCIA CINESTÉSICO-CORPORAL.	Imitação, dramatização, mímicas, danças, produzir objetos para brincar, jogos que envolvem habilidades motoras de locomoção, manipulação e estabilização: andar, correr, saltar, arremessar, receber, quicar, chutar, rebater, equilibrar, girar, subir, puxar, carregar, circuito psicomotor.
INTELIGÊNCIA MUSICAL	As músicas de acalanto, músicas diferentes estilos, brincadeiras de cantigas de roda, rimas, parlendas, atividades rítmicas e musicadas, mnemônicas e danças diversas.
INTELIGÊNCIA ESPACIAL OU VISUAL	Pegadores, trabalho com corda, esconde-esconde, amarelinha, queimada normal e em círculo, jogos de arremessos, “basquete”, jogos de memória, jogo de elástico, amarelinha, cabra-cega, atividades de desenho, pintura, colagem, escultura, brincadeiras de imaginação e jogos de construção que exploram os diferentes espaços (casinha, escola, circo, sítio, floresta, cidade, fábricas, rios). Conhecimento, apreciação e reprodução/releitura de composições artísticas, o conhecimento da História da Arte, (movimentos, vida e obra dos grandes artistas) e o desenvolvimento da capacidade expressiva da criança, por meio do domínio dos elementos das linguagens gráfica, corporal, musical e verbal.
INTELIGÊNCIAS PESSOAIS	As brincadeiras de representação de papéis, jogos dramáticos, teatro, as danças, as cantigas de roda, os jogos competitivos, os jogos de inibição (estátua, <i>stop</i> , duro-mole, esconde-esconde).
INTELIGÊNCIA NATURALÍSTICA	Coleções de produtos naturais, atividades de exploração e aventuras em florestas, bosques, riachos, passeio ao zoológico, identificação das vozes dos animais, brincadeiras de imitação de animais, dramatização de fatos relacionados à natureza (animal em extinção, floresta sendo devastada, poluição pelo lixo), passeios imaginários (professora motiva à criança a realizar passeios imaginários, vivenciando diferentes situações), brincadeiras em ambientes naturais (rios, bosques), jogos com nomes de bichos e plantas que permitam ampliar o conhecimento e o respeito pela natureza.

Quadro 3: Sugestões de atividades lúdicas que podem auxiliar no desenvolvimento das Inteligências Múltiplas (Classificação de Gardner, 1995).

Fonte: Lima (2008).

O uso de jogos didáticos como estratégia no processo ensino-aprendizagem é preconizado pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), que indicam que

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica e prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (BRASIL, 2006, p.28).

A utilização de jogos didáticos vai além da apropriação do conhecimento. Eles permitem o desenvolvimento de competências como a comunicação e as relações interpessoais, sendo um instrumento propício a estimular aspectos como cooperação nos trabalhos em equipe e perfil de liderança. Ademais, o jogo propõe estímulo ao interesse do aluno, desenvolve níveis diferentes de experiência pessoal e social, ajuda a construir suas novas descobertas, desenvolve e enriquece sua personalidade e simboliza um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003). Dessa forma, os jogos apresentam grande valor por auxiliar no desenvolvimento pessoal e social dos alunos, sendo estas as bases dos princípios educacionais.

2.3.1 Conceitos e origens dos jogos

Os jogos são atividades lúdicas, descritas por Soares (2017) como atividades prazerosas e divertidas, livres e voluntárias, com regras explícitas e implícitas. Torres, Hortale e Schall (2003) e Huizinga (2005) consideram essas atividades como uma das principais bases da civilização, pois atuam como recursos que facilitam a comunicação e as relações interpessoais, bem como o processo de ensino-aprendizagem. Assim, a utilização de atividades lúdicas permite a abordagem de conhecimentos científicos de forma dinâmica, alegre, mais atrativa para os alunos e com grande valor social.

De acordo com Kishimoto (1997), tentar definir o jogo não é uma tarefa fácil. Quando se pronuncia a palavra jogo cada um pode entendê-la de modo diferente. Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, de crianças, amarelinha, xadrez, adivinhas, brincar de “mamãe e filhinha”, futebol, dominó, quebra-cabeça, construir barquinho, brincar na areia e uma infinidade de outros. Tais jogos, embora recebam a mesma denominação, têm suas

especificidades, e essa variedade mostra a complexidade da tarefa de defini-los. Para aumentar a complexidade, alguns são usualmente chamados de jogos, outros, de brinquedos ou brincadeiras.

Para compreender e diferenciar o significado de tais termos, nos apoiamos na obra de Kishimoto (1997), que aborda os trabalhos de Jacques Henriot e Gilles Brougère²⁴, autores considerados referência no estudo dos jogos. De acordo com esses autores, o jogo pode ser considerado como (i) o resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social; (ii) um sistema de regras; e (iii) um objeto. No primeiro caso, cada contexto social constrói uma imagem de jogo conforme seus valores e modo de vida, que se expressa por meio da linguagem. O arco e flecha, por exemplo, pode ser visto como brinquedos para certas culturas, mas para outras, como as indígenas, representam instrumentos para a arte da caça e da pesca. No segundo caso, um sistema de regras permite identificar uma estrutura sequencial que especifica a modalidade do jogo. São as regras que distinguem, por exemplo, jogar buraco ou tranca, usando o mesmo objeto, o baralho. No terceiro caso, há a referência da materialização do jogo como objeto, por exemplo, o xadrez materializa-se no tabuleiro e em suas peças.

Diferentemente do jogo, o brinquedo é caracterizado por apresentar uma indeterminação quanto ao uso, ou seja, não apresenta um sistema de regras que organizam sua utilização. Uma boneca, por exemplo, permite à criança várias formas de brincadeiras sem a necessidade de certas habilidades e regras pré-definidas. Neste sentido, brinquedo e brincadeira relacionam-se diretamente com a criança e não se confundem com o jogo (KISHIMOTO, 1997).

Já para Huizinga (apud KISHIMOTO, 1997), o jogo é resultante da cultura e um fenômeno social. É caracterizado pelo prazer²⁵, o caráter “não-sério” (em oposição ao trabalho, considerado atividade séria), a liberdade de utilizá-lo de forma voluntária, a separação dos fenômenos do cotidiano e o mundo imaginário, as regras e pela sua limitação no tempo e no espaço. A essência de jogar, segundo o autor, está no divertimento, na fascinação, na distração, na excitação, na tensão, na alegria e no arrebatamento que o jogo provoca. Lima (2008) aponta que Huizinga vê no jogo um significado que transcende as necessidades imediatas da vida e

²⁴ Kishimoto (1997) se apoiou na obra *Sous couleur de jouer – la métaphore ludique*, 1989 (Sob a cor do brincar, a metáfora lúdica, tradução livre) de Jacques Henriot e na obra *Le jeu dans la pédagogie préscolaire depuis le Romantisme*, 1993 (O jogo na pedagogia da pré-escola depois do Romantismo, tradução livre) de Gilles Brougère.

²⁵ Vygotsky afirma que nem sempre o jogo é uma atividade prazerosa, pois em certos casos, há esforço e desprazer na busca de seu objetivo. A psicanálise também acrescenta o desprazer como constitutivo do jogo, especialmente ao demonstrar como a criança representa, em processos catárticos, situações extremamente dolorosas (KISHIMOTO, 1997).

confere um sentido à ação. O que torna o jogo importante para o indivíduo e para a sociedade é a sua capacidade de dar beleza, ornamentar e ampliar a existência humana.

Já o neurocientista Francisco Mora (2013) descreve os jogos como mecanismos básicos de aprendizagem impulsionados pelas emoções. Para o autor, o jogo é o mecanismo inventado pela natureza através do qual a criança (e qualquer mamífero) aprende e adquire habilidades de forma eficiente e que a torna mais apta ao mundo. É o processo pelo qual quase todas as aprendizagens positivas possíveis ocorrem nas primeiras idades. O jogo na criança é produzido usando mecanismos de curiosidade que são combinados com emoção, recompensa e prazer. O que a criança está fazendo em seu jogo é obedecer a mecanismos em seu cérebro que a levam a experimentar e construir programas neurais que usará mais tarde para executar com segurança e precisão um determinado comportamento. Através dos jogos, as crianças desenvolvem habilidades motoras, perceptivas e discriminatórias. De acordo com Mora, “a criança brinca porque lhe dá prazer, sem ‘saber’, claro que é o mecanismo criado pela natureza para empurrá-la para aprender” (MORA, 2013, p. 93, tradução livre).

Existem diferentes concepções teóricas que discutem a origem do jogo ou as razões que levaram a sociedade a buscá-lo. A criação dos jogos, segundo Spencer (apud GARCEZ, 2014) teria explicação biológica pautada na teoria da evolução. A partir do momento em que os seres humanos possuem um excedente de tempo e energia por não haver mais necessidade de lutar pela sua existência, existe a necessidade de extravasá-la por meio dos jogos, sendo uma atividade supérflua de descarga de energia. De forma semelhante, Aristóteles (apud LIMA, 2008) acreditava que o comportamento lúdico corresponde à teoria da recreação, defendendo que o trabalho consome grande parte da energia mental e física, gerando a necessidade de descanso e relaxamento que é sanada pelo jogo. Outra vertente explicativa considera como base a presença da herança genética transferida de geração a geração, defendendo que o jogo seria um dos instintos humanos, pois constitui-se de impulsos naturais de personalidade e do comportamento da espécie. Nesse caso o jogo seria um catalizador das emoções contidas, sendo utilizado como válvula de escape para as emoções reprimidas (BRUHNS, 1989).

A presença de jogos e brincadeiras nas civilizações é quase tão antiga quanto a sociedade (BARROS; MIRANDA; COSTA, 2019). No Brasil, há registros de ícones gravados que representam brinquedos e possíveis brincadeiras envolvendo crianças e adultos em cavernas de São Raimundo Nonato, no Piauí, há mais de 10000 anos (ARANTES, 2006). Registros históricos encontrados na Mesopotâmia indicam que os seres humanos utilizam jogos de tabuleiro há pelo menos 3000 anos a.C. Segundo Carneiro (2015), os egípcios utilizavam jogos

com fins pedagógicos desde os primeiros anos de vida das crianças baseando-se no caráter de diversão para o ensino de cálculo e de noções aritméticas.

Analisando os contextos socioculturais que se estendem do século IV a. C até o início do século XVIII, Brougère (apud LIMA, 2008) aponta que o jogo só tinha valor se contribuísse de alguma forma para o trabalho ou para o estudo, submetendo-se às atividades sérias e tornando-se um meio de relaxamento, recreação ou recuperação das forças empregadas em atividades produtivas²⁶. Nesse contexto, o jogo era concebido de forma acessória, negativa, fútil e frívola e sua utilização precisava ser limitada e controlada.

Foi apenas entre os séculos XVIII e XIX, com o movimento do Romantismo²⁷, que o jogo passou a ser valorizado e considerado atividade indispensável na educação infantil (LIMA, 2008). Nesse período, a criança deixa de ser vista como uma tábula rasa a ser impressa e torna-se uma força dotada de movimento, resistência e autonomia e o jogo passa a ser visto como forma de expressão das crianças. Essa visão do jogo transforma-o, no final do século XIX, num objeto de investigação das Ciências, de modo que vários estudos começam a ser produzidos sobre o tema²⁸. Atrás de sua aparente frivolidade, existe uma atividade séria, que revela os mecanismos psicológicos essenciais ao desenvolvimento da criança. O novo paradigma estabelece e produz outro nível de relação entre o jogo e a educação: de frívolo, acessório e oposto ao trabalho, torna-se sério e mais precede do que se opõe ao trabalho. Posteriormente, as observações de Jean Piaget se tornaram fundamentais para a compreensão da relação entre o uso dos jogos e os mecanismos psicológicos envolvidos no desenvolvimento das crianças.

2.3.1.1 Jogos e desenvolvimento por Jean Piaget

Ao tentar entender a origem e o processo de formação do conhecimento, Jean Piaget elaborou a teoria filosófica que ficou conhecida como Epistemologia Genética. Nela, Piaget defende que o indivíduo passa por várias etapas de desenvolvimento ao longo de sua vida. Para não fugirmos do escopo do trabalho, faremos nesta seção um recorte da teoria abordando os estágios de desenvolvimento em crianças e adolescentes e suas relações com os jogos.

²⁶ Brougère configura o conjunto das análises sobre o jogo nesse período em um paradigma, denominado paradigma antigo (LIMA, 2008).

²⁷ O Romantismo foi um período que se caracterizou por vários movimentos intelectuais que romperam com a tradição hegemônica dos movimentos clássicos, caracterizados pela formalidade, rigidez e o domínio da razão. O pensamento romântico preconizava a exaltação dos instintos, dos sentimentos, da imaginação, do místico, dos contos, da fantasia, a volta aos temas medievais e a busca de inspiração nas religiões orientais (LIMA, 2008).

²⁸ Brougère denomina essa nova forma de conceber o jogo de paradigma romântico, fundamentado por teorias de diversos campos do conhecimento (BROUGÈRE, 1998 apud LIMA, 2008).

Na concepção piagetiana:

Os jogos consistem numa simples assimilação funcional, num exercício das ações individuais já aprendidas gerando ainda um sentimento de prazer pela ação lúdica em si e pelo domínio sobre as ações. Portanto, os jogos têm dupla função: consolidar os esquemas já formados e dar prazer ou equilíbrio emocional a criança (PIAGET apud FARIA, 1995, p.19).

Para Piaget, o jogo é uma forma de atividade particularmente poderosa capaz de estimular a atividade construtiva e a vida social da criança, favorecendo ainda o desenvolvimento de estruturas mentais cada vez mais elaboradas (KAMII; DEVRIES, 2005). Além disso, por ser uma atividade lúdica, os jogos são fundamentais para o equilíbrio emocional da criança. Ao manifestar a conduta lúdica, a criança demonstra o nível de seus estágios cognitivos e constrói conhecimentos (KISHIMOTO, 1997). A classificação mais utilizada na literatura para descrever os estágios de desenvolvimento humano descritos por Piaget é a de quatro períodos (CASTRO, 2005; LINS, 2005; BORGES; FAGUNDES, 2016), a saber:

(I) Sensório-motor: ocorre até os 2 anos de idade. Nesse período a criança desenvolve seus sentidos, seus movimentos, seus músculos, sua percepção e seu cérebro. Em sua origem sensório-motora, o jogo para ela é pura assimilação do real e caracteriza as manifestações de seu desenvolvimento físico e cognitivo. Os estímulos, tanto da atividade mental quanto da emocional, são cruciais nesta fase.

(II) Pré-operatório: ocorre na faixa dos 2 aos 7 anos de idade. Nessa fase as crianças desenvolvem a imaginação e a memória. Ocorrem manifestações psicomotoras que são expressões do simbolismo representado na mente, como, por exemplo, brincar de casinha, de motorista, dançar, etc. O pensamento nessa fase ainda é egocêntrico e a criança apresenta dificuldade em entender o ponto de vista do outro.

(III) Operatório concreto: ocorre na faixa dos 7 aos 11 anos de idade. Durante esse estágio as crianças se tornam mais conscientes dos sentimentos dos outros e dos eventos externos, tomando consciência dos seus atos e despertando para um mundo em cooperação com seus semelhantes. Essa fase marca o início do pensamento lógico ou operacional. A criança desenvolve os mecanismos cognitivos necessários para a realização de operações de classificação, serialização e sequenciação. Os jogos transformam-se em construções adaptadas, exigindo mais o trabalho efetivo e participativo no processo de aprendizagem, que começa a sistematizar o conhecimento existente.

(IV) Operatório formal: ocorre na faixa dos 12 aos 15 anos de idade. O adolescente começa a raciocinar lógica e sistematicamente para solucionar problemas, planejar o futuro e ver o mundo ao seu redor. É nessa fase que se inicia o pensamento hipotético-dedutivo,

importante na elaboração de hipóteses para buscar soluções de problemas. Os jogos de regras, a prática da discussão, o exercício da expressão corporal e da linguagem, o discernimento de valores, a produção de textos e descobertas científicas e o exercício da liderança democrática possibilitam uma nova visão do mundo, uma nova postura diante da sociedade e uma libertação do senso comum.

De acordo com Piaget, existe um curso previsível da sequência pela qual as capacidades de lógica e de raciocínio surgem nas crianças. Apesar da sequência ser previsível, o ritmo pelo qual essas capacidades aparecem variam de indivíduo para indivíduo. A compreensão da sequência e do ritmo de desenvolvimento das crianças forma a base dos procedimentos pedagógicos na prática fundamentada nas pesquisas piagetianas (LINS, 2005). A partir desses conhecimentos, se torna possível a produção de jogos didáticos que estimulam o desenvolvimento do aluno, respeitando os limites e as possibilidades da assimilação de novos conhecimentos pela criança.

2.3.1.2 Jogos e desenvolvimento na perspectiva de Vygotsky

Vygotsky destaca em sua obra que os jogos e as brincadeiras podem proporcionar, especialmente para as crianças entre dois e sete anos, avanços nos processos de aprendizagem e desenvolvimento (NEGRINE, 2007). Lembramos que, para o autor, o desenvolvimento da espécie humana está baseado no aprendizado, que sempre envolve a interferência, direta ou indireta, de outros indivíduos e a reconstrução pessoal da experiência e dos significados.

Os jogos, segundo Vygotsky, atuam na zona de desenvolvimento proximal, realizando um intercâmbio entre a zona de desenvolvimento real, a qual abrange as aprendizagens já consolidadas, à zona de desenvolvimento potencial, que representa as aprendizagens que ainda vão se consolidar. Isto faz com que a criança esteja sempre acima de sua idade média, uma vez que o jogo contém todas as tendências evolutivas de forma condensada, sendo, em si mesmo, uma considerável fonte de desenvolvimento (NEGRINE, 2007). Nesta perspectiva, o jogo é fundamental para que os processos de desenvolvimento se efetivem, resultando em saltos nos processos de aprendizagem e desenvolvimento, pois um está relacionado e articulado ao outro (TEZANI, 2006).

Ao interferir na ZDP, um educador estará contribuindo para movimentar os processos de desenvolvimento das funções mentais complexas da criança: pensamento, imaginação, memória, linguagem, atenção, concentração, motricidade, socialização e domínio da vontade (LIMA, 2008). Dessa forma, o professor pode auxiliar no desenvolvimento de conhecimentos,

habilidades, funções e comportamentos que estão latentes ou em estado de formação na criança. Assim, a interferência nessa zona é mais transformadora (TEZANI, 2006).

De acordo com Tezani (2006), a posição de Vygotsky sobre a importância da intervenção do professor e das próprias crianças no desenvolvimento de cada indivíduo envolvido na situação escolar sugere que se recoloque a questão de quais modalidades de interação podem ser consideradas legítimas promotoras de aprendizado na escola. Nessa perspectiva, a situação do jogo parece pouco estruturada e sem uma função explícita na promoção de processos de desenvolvimento no âmbito escolar, mas sabe-se que o jogo é essencial como recurso pedagógico, pois, no brincar, a criança articula teoria e prática, formula hipóteses e as experiências, tornando a aprendizagem mais atrativa e interessante (TEZANI, 2006).

Lima (2008), ao citar a obra de Vygotsky, aponta diversas habilidades que podem ser desenvolvidas através da utilização de jogos. Na atividade lúdica, a criança aprende a planejar, executar propostas e ser persistente em suas ações, superando obstáculos e alcançando seus objetivos, fator este que tem consequências no desenvolvimento da sua personalidade e na sua capacidade de conduzir a própria vida. Oportuniza, também, situações de atuação coletiva, possibilita imitações de comportamentos mais avançados de um semelhante, exercício de funções e papéis para os quais ela ainda não está apta e o conhecimento e contato com objetos reais e com aqueles criados para atender aos seus desejos de experimentação. O autor destaca, ainda, que durante o jogo a criança é motivada a dominar sua vontade, controlar e submeter seus impulsos e desejos aos interesses do grupo e da preservação das situações lúdicas. Dessa forma, por meio dos jogos e das brincadeiras, a criança amplia de maneira significativa e criativa o conhecimento de si, dos objetos, da natureza e do contexto social no qual está inserida (LIMA, 2008).

2.3.2 Potencialidades dos jogos para a aprendizagem

Profissionais da área da educação, comprometidos com a qualidade da sua prática pedagógica, reconhecem a importância do jogo como um veículo para o desenvolvimento social, emocional e intelectual dos alunos (TEZANI, 2006). A autora destaca que por meio do jogo a criança testa hipóteses, explora o ambiente, manifesta sua criatividade, utiliza suas potencialidades de forma integral, descobre seu próprio eu e se desenvolve socialmente e culturalmente. Além disso, a utilização de jogos contribui para a formação de atitudes sociais

como respeito mútuo, cooperação, obediência às regras, senso de responsabilidade, senso de justiça e iniciativa pessoal e grupal (CASTRO, 2005).

De acordo com Miranda (2002), o jogo se torna atraente por ser o oposto de marasmo e sinônimo de ação. Tem potencial desafiante e mobilizador da curiosidade, que por sua vez é uma das principais características dos ambientes motivantes. A possibilidade da conquista de minutos de autoestima e excitação pode permitir que os alunos se tornem mais abertos a novas experiências, inclusive pedagógicas (MIRANDA, 2002). Ademais, recordamos aqui dois princípios da Neuroeducação proposto por Tokuhama-Espinosa (2010): o cérebro busca novidade; e é potencializado pelo desafio. Por oferecer novos estímulos e desafios aos alunos, a utilização de jogos em sala de aula pode tornar o ambiente mais propício à aprendizagem.

O jogo é uma ferramenta de grande potencial devido ao significado atribuído pela criança, que em qualquer idade apresenta uma irresistível atração, buscando obstinadamente alcançar os objetivos da atividade proposta (KISHIMOTO, 1997). Ela permanece com o mesmo interesse no jogo mesmo que se trate de um ciclo incansável de repetição. Pickard (apud CÓRIA-SABINI; LUCENA, 2004) acredita que essas características (prosseguimento, repetição e atenção) são objetivos que a educação formal busca no processo de ensino e aprendizagem e que são alcançados naturalmente em jogos e brincadeiras.

Ademais, o desafio proposto pelo jogo acarreta em um ato competitivo entre os alunos. Com a competição a criança se sente estimulada a se esforçar mais para superar os obstáculos, fica mais motivada durante o jogo, e assim, mais ativa mentalmente (KISHIMOTO, 1997). De acordo com Grando (1995), o caráter competitivo leva o aluno a pensar, analisar e refletir sobre os conceitos, e assim, avaliar seus limites, habilidades e competências, verificando o que precisa ser melhorado para não perder. A competição garante o dinamismo do jogo, propiciando um interesse e envolvimento natural do aluno e contribuindo para o seu desenvolvimento social, intelectual e afetivo. Entretanto, é necessário que a competição seja orientada pelo professor para não levar a situações indesejáveis em sala de aula, como discussão entre os alunos e o sentimento de fracasso e incompetência por não ganhar uma disputa (GARCEZ, 2014).

Segundo Grando (1995), as situações de rivalidade que surgem durante o jogo podem ser aproveitadas para a aprendizagem do discente. Ao resolver conflitos, é possível estabelecer relações e coordenar diferentes pontos de vista, respeitando posicionamentos diferentes do seu. Lima destaca ainda que “o que importa na brincadeira ou no jogo é o processo e não o resultado” (LIMA, 2008, p. 132). Assim, cabe ao professor mediar as situações ocorridas ao longo do jogo e conduzir a atividade de forma a minimizar os possíveis efeitos negativos, auxiliando os alunos a lidarem de modo natural e construtivo com suas emoções durante o jogo.

Miranda (2002), ao citar Gordon (1972), comenta que os jogos representam uma fatia simplificada da realidade, permitem o desenvolvimento de sentimentos de afetividade e constituem um caminho possível para expressar ideias e sentimentos que estavam latentes em seu interior, que de outra forma não seriam expressos. Para o autor, o valor da afeição contido naturalmente no jogo pode se tornar uma predisposição à aprendizagem, no sentido de que os alunos se apresentarão mais sensíveis ao processo educativo. As emoções e sentimentos que permeiam as interações em aula são determinantes no envolvimento e motivação do estudante promovendo uma relação mais estimulante dos alunos com o conhecimento científico (SANTOS; MORTIMER, 1998). De acordo com Vygotsky (2010), o fato emocionalmente colorido é lembrado com mais intensidade e solidez do que um fato indiferente e, por isso, deve haver um estímulo emocional para atingir uma melhor memorização por parte dos alunos ou um trabalho melhor sucedido do pensamento. Dessa forma, acreditamos, assim como Tezani (2006), que a aplicação de jogos em sala de aula ocasionará momentos de afetividade entre a criança e o aprender, tornando a aprendizagem formal mais significativa e prazerosa.

Outro aspecto importante relacionado aos jogos é a interação. Ao serem praticados em grupos, os jogos permitem a interação face a face entre indivíduos particulares, desempenhando papel fundamental na construção do ser humano. Os grupos de crianças são sempre heterogêneos quanto ao conhecimento já adquirido e, dessa forma, uma criança mais avançada em um determinado assunto pode contribuir para o desenvolvimento das outras²⁹ (TEZANI, 2006). Ademais, os jogos em grupo apresentam um estímulo natural à intercomunicação e ao diálogo para que os jogadores cheguem a um objetivo em comum. O aspecto colaborativo é essencial ao exercício da cidadania, auxiliando no preparo dos jovens para os desafios da sociedade contemporânea.

Ao empregarem os jogos, os professores podem perceber repercussões significativas no comportamento das crianças, que ficam mais motivadas, inclusive, para frequentar a instituição, evoluem nas atitudes de cooperação, respeito mútuo, troca de pontos de vista, desenvolvem autonomia, a confiança em si mesmas e se mostram mais curiosas e dispostas para outras aprendizagens (LIMA, 2008). A construção de um espaço de jogo, de interação e de criatividade proporcionaria o aprender com seu objetivo máximo, com sentido e significado. Nesse espaço, o gostar e o querer estariam sempre presentes, resgatando no aluno a vontade de aprender e o desejo de buscar e realizar a construção do conhecimento. O jogo representaria, então, a

²⁹ Alusão ao interacionismo e à ZDP da obra de Vygotsky.

articulação entre o desejo, a afetividade, a inteligência e os processos de apropriação do conhecimento e o avançar das zonas de desenvolvimento (TEZANI, 2006).

Para Savi, Wangenheim e Borgatto (2011), um jogo educacional de qualidade deve apresentar objetivos educacionais bem definidos, motivar os alunos para os estudos e promover a aprendizagem de conteúdos curriculares através de atividades divertidas, prazerosas e desafiadoras. Dessa forma, não basta que um jogo seja didaticamente adequado e promova a aprendizagem, ele também precisa ser capaz de motivar os alunos a estudarem e proporcionar uma boa experiência.

Apesar do uso de jogos estar mais associado ao desenvolvimento de crianças e, conseqüentemente, se relacionar à Educação Infantil e ao Ensino Fundamental Anos Iniciais, consideramos que sua utilização pode contribuir no processo de formação dos educandos em todas as etapas da Educação Básica. O jogo pode trazer vantagens pedagógicas aos fenômenos diretamente ligados à aprendizagem, como: cognição, socialização, afeição, motivação e criatividade (MIRANDA, 2002), além de proporcionar a participação ativa dos alunos e assim estimular a construção autônoma do conhecimento (CAMPOS; MENEZES; ARAÚJO, 2018). Acreditamos que essas vantagens pedagógicas não devem se restringir apenas às crianças, podendo abranger também jovens do Ensino Fundamental Anos Finais e do Ensino Médio.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os estudantes do Ensino Médio³⁰ devem ser reconhecidos como “participantes ativos das sociedades nas quais estão inseridos” (BRASIL, 2018, p. 463). A escola, portanto, deve garantir que os estudantes sejam protagonistas de seu próprio processo de escolarização, reconhecendo-os como interlocutores legítimos sobre currículo, ensino e aprendizagem.

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas (BRASIL, 2018, p. 463).

A BNCC indica, ainda, que a escola deve “promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares” (BRASIL, 2018, p. 465). Esses objetivos podem ser alcançados através dos jogos. Tendo em vista que a escola é considerada um espaço privilegiado para o desenvolvimento de todas as habilidades e competências, acreditamos que a utilização de jogos não contribui apenas para

³⁰ A menção da BNCC apenas ao Ensino Médio se deve a contemplação dessa etapa para a produção dos jogos didáticos, sendo essa a etapa de atuação de uma das autoras do trabalho.

a construção de conhecimentos de forma lúdica. Esse recurso atende também às necessidades de formação geral indispensáveis dos estudantes.

3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O mundo está mudando em um ritmo cada vez mais rápido. Por outro lado, as mudanças sistêmicas na maneira de ensinar, quando ocorrem, apresentam um movimento muito lento. Concordamos com Khan (2013) que isso torna cada vez maior a defasagem entre o que é ensinado às crianças e o que elas precisam aprender de fato para sobreviverem e serem bem sucedidas. Nesse contexto, é desejável que abordagens novas e arrojadas sejam colocadas em prática. Estamos de acordo com aqueles que almejam buscar um sistema educacional de aprendizagem nas quais as exigências da sociedade moderna sejam atendidas sem, é claro, prescindir dos elementos básicos que vêm permeando de forma satisfatória a educação tradicional.

Não há uma receita de sucesso na prática pedagógica que possa ser utilizada por todos os docentes, em todas as escolas, e que obtenham o mesmo resultado. Cada professor deve analisar a diversidade de métodos e ferramentas existentes a fim de que sejam empregados de forma adequada e satisfatória para aquele universo de alunos que lhe toca educar. Para isso, os interesses e as realidades dos alunos devem sempre ser levados em consideração, de forma que os métodos e as ferramentas selecionadas supram as necessidades didáticas e auxiliem no objetivo a que se destinam. Diante desse cenário, o jogo ganha espaço como uma dentre as diversas ferramentas pedagógicas disponíveis, à medida que propõe estímulos ao interesse do aluno, permite revisitar o conhecimento adquirido em um contexto lúdico e cria situações estimulantes para vivenciar as emoções, essenciais no processo de aprendizagem.

Ademais, concordamos com Antunes (2014) que os jogos permitem aos alunos aplicar seus novos conhecimentos adquiridos, auxiliam no desenvolvimento e enriquecimento de sua personalidade e simbolizam um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor e estimulador da aprendizagem. Diante do exposto, os jogos, bem como outras formas das chamadas hoje de “metodologias ativas de ensino”, colocam os educandos como participantes ativos no processo pedagógico, representando ferramentas indispensáveis no processo contemporâneo de aprendizagem, assim como sugere Dowbor (2009).

É nesse contexto que buscamos produzir dois jogos de Biociências para o Ensino Médio da Educação Básica: o jogo “Baralho da reprodução”, que aborda conceitos relativos à Biologia reprodutiva e o jogo “O sentido da vida”, sobre Ecologia, Evolução e Genética.

Pela etimologia da palavra, Biociências é a ciência que estuda os seres vivos. De acordo com a BNCC, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a

imprevisibilidade de fenômenos e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico. Para isso, podem ser mobilizados conhecimentos relacionados à evolução biológica, biodiversidade, políticas ambientais, populações, ecossistemas, cadeias alimentares, reprodução e hereditariedade, genética mendeliana, entre outros.

A exploração dessa temática permite que os estudantes compreendam de forma mais ampla a complexidade relativa à origem, evolução e manutenção da vida, auxiliando que os estudantes construam e utilizem conhecimentos científicos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. Devido à importância desses conhecimentos e suas aplicações, selecionamos os assuntos supracitados para a elaboração dos jogos didáticos produzidos no presente trabalho, os quais objetivam motivar e estimular a aprendizagem em um contexto lúdico de forma interacionista, construtivista e significativa.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de jogos educativos (produtos) para o ensino de Biociências destinados ao Ensino Médio da Educação Básica.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar na literatura as contribuições das atividades lúdicas para a aprendizagem;
- Produzir o jogo “Baralho da reprodução”, que aborda conceitos de Biologia reprodutiva;
- Produzir o jogo “O sentido da vida”, que aborda conceitos de Ecologia, Evolução e Genética;
- Aplicar os jogos em turmas da 2ª série do Ensino Médio da Educação Básica;
- Coletar dados após a aplicação de cada jogo através de um questionário estruturado com questões em escala tipo Likert e questões subjetivas;
- Avaliar a qualidade dos jogos com relação à motivação, experiência do usuário e aprendizagem a partir da perspectiva dos alunos.

5 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Uma vez que o objetivo deste trabalho foi a produção dos jogos didáticos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida”, essa seção descreve o desenvolvimento dos componentes e regras dos jogos, as aplicações ao público alvo, a elaboração do questionário para coleta de dados, a análise das informações coletadas e a submissão ao CEP.

5.1 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS

5.1.1 Componentes do jogo “Baralho da reprodução”

O jogo “Baralho da reprodução” é composto por 1 baralho com 52 cartas (apêndice A) e manual de instruções (apêndice B) que contém o objetivo do jogo, seus componentes, número de participantes, regras e as possíveis combinações de cartas para conferência dos alunos (gabarito). Para a criação do *layout* dos componentes do jogo foi utilizado o programa PowerPoint e imagens com licenças comerciais do site de pesquisa Google. As cartas foram impressas em papel vergê branco 180 g com dimensões de 6 cm de largura por 8 cm de comprimento e plastificadas. O manual de instruções foi impresso em papel opaline 180 g com 9 cm de largura por 12 cm de comprimento.

As cartas do baralho são classificadas em quatro categorias de acordo com aspectos da Biologia reprodutiva (quadro 4).

Categorias	Informações das cartas	Quantidade de cartas para cada informação
<i>Tipo</i>	bipartição, brotamento, fragmentação, esporulação, partenogênese, fecundação interna, fecundação externa, autofecundação, conjugação e neotenia	Duas
<i>Forma</i>	sexuada e assexuada	Três
<i>Imagem</i>	representações por foto ou esquema de cada tipo de reprodução	Uma
<i>Característica</i>	ocorre variabilidade genética, sem variabilidade genética, alto gasto energético, baixo gasto energético, com gametas, sem gametas, processo rápido e processo lento	Duas

Quadro 4: Categorias, informações e quantidade de cartas para cada informação do jogo “Baralho da reprodução”.

Fonte: a autora.

5.1.2 Regras do jogo “Baralho da reprodução”

O “Baralho da Reprodução” é um jogo de cartas sobre Biologia reprodutiva. Seu objetivo é relacionar as cartas de acordo com o tipo de reprodução e suas características do seguinte modo: 1 carta *Tipo*, 1 carta *Forma*, 1 carta *Imagem* e 2 cartas *Característica*. Todas as informações contidas nas cartas devem ser correspondentes, como exemplificado na figura 4.

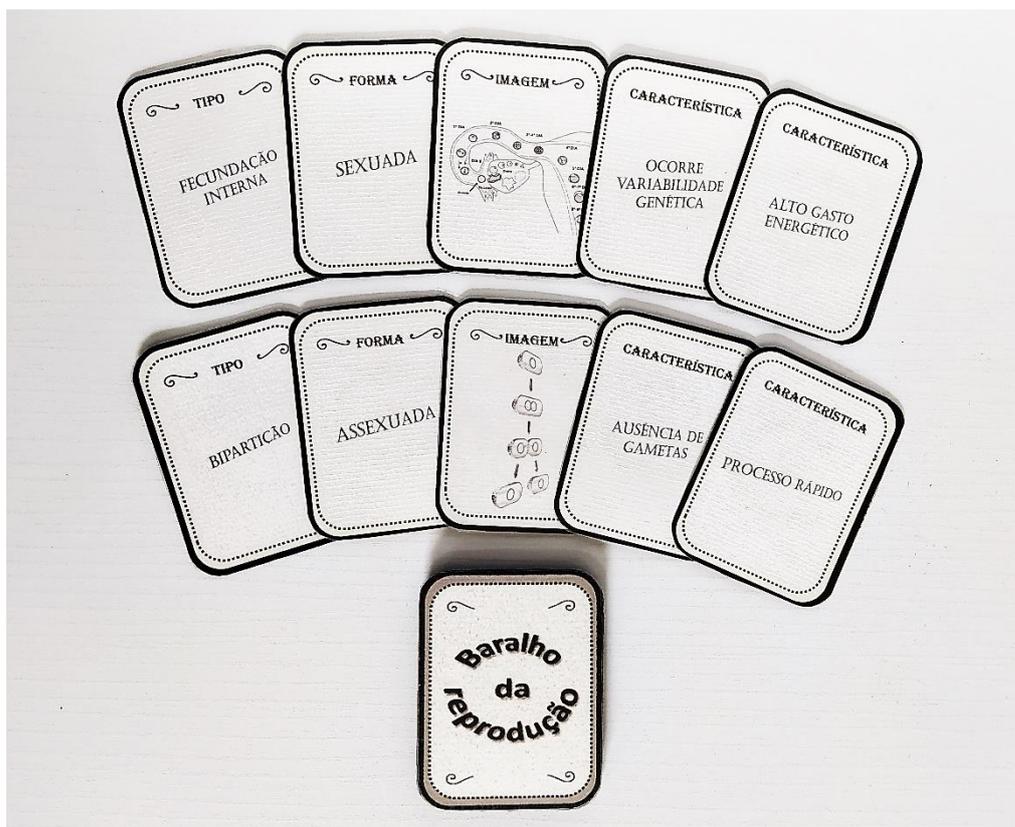


Figura 4: Dois exemplos de possíveis combinações de cartas do jogo “Baralho da reprodução”. O objetivo do jogo é combinar uma carta *Tipo*, uma carta *Forma*, uma carta *Imagem* e duas cartas *Característica* de maneira correspondente de acordo com conceitos da Biologia reprodutiva. Fonte: a autora.

Para jogar, os alunos podem ser divididos em até cinco grupos com quatro integrantes. Para turmas com mais de 20 alunos (5 grupos x 4 jogadores), podem ser utilizados dois baralhos para a realização de duas partidas simultâneas, ou, se não for possível, o professor pode indicar outra atividade para os alunos que não estiverem jogando no momento, fazendo um rodízio após o término da partida.

Após a organização da turma, cada grupo receberá cinco cartas do baralho de forma aleatória. As cartas restantes deverão permanecer agrupadas formando um monte com as informações voltadas para baixo. A ordem da partida pode ser definida através da sorte, por

exemplo, através de “zerinho ou um” ou “par ou ímpar”. O grupo que iniciar a partida deverá pegar a primeira carta do monte, ficando nesse momento com seis cartas em posse. Ele deverá analisar suas cartas, escolher uma para ser descartada e permanecer com cinco cartas em mãos. A carta descartada pelo grupo deverá ficar visível para todos os jogadores. A vez passará para o grupo seguinte, que poderá pegar uma carta do monte ou a carta descartada pelo grupo anterior. Se optar por pegar a carta do monte, o grupo deverá depositar sua carta descartada sobre a que foi descartada pelo grupo anterior, mantendo apenas uma carta visível para todos os jogadores, que será a única que poderá ser resgatada pelo grupo seguinte. Quando o primeiro grupo organizar suas cartas com as informações correspondentes, esse terá encerrado sua participação no jogo e os demais grupos podem prosseguir com a partida, até que todos façam as devidas correspondências das cartas. Ressaltamos que o jogo foi criado com quantidade de cartas suficiente para que todos os grupos possam fazer as devidas correspondências, de forma que não haja um vencedor único. Cabe ao professor mediador reforçar esse aspecto de forma a minimizar possíveis frustrações por não ser o primeiro grupo a alcançar o objetivo proposto.

Para que possam explorar ao máximo as potencialidades fornecidas pelo jogo, é necessário que os alunos apresentem conhecimentos prévios sobre a Biologia reprodutiva. O professor tem autonomia para decidir a melhor forma de abordar os conteúdos antes da aplicação do jogo para que os alunos possam usufruir da atividade proposta. Dessa forma, o jogo “Baralho da reprodução” pode ser utilizado como estratégia para fixação de conteúdos, revisão ou instrumento avaliativo.

5.1.3 Componentes do jogo “O sentido da vida”

O jogo “O sentido da vida” é composto por 1 tabuleiro (figura 5), 60 cartas *Perguntas* ilustradas com nucleotídeos (apêndice C), 30 cartas *Evento Surpresa* ilustradas com ponto de exclamação (apêndice D), 1 dado numérico de seis faces, 1 ampulheta para marcar o tempo de resposta (aproximadamente 1,5 minuto), 1 ficha com duas faces (vermelha e verde), 6 pinos em formato de animais e 1 manual de instruções (apêndice E). A figura 6 mostra os componentes do jogo, à exceção do tabuleiro e manual.



Figura 6: Componentes do jogo “O sentido da vida”: 6 pinos, 60 cartas *Perguntas*, 30 cartas *Evento Surpresa*, 1 ampulheta, 1 ficha com face vermelha e verde e 1 dado numérico. O jogo também é composto por um tabuleiro e um manual de instruções.

Fonte: a autora.

O tabuleiro possui uma trilha com 44 casas com início indicado por 5' e término indicado por 3', fazendo referência ao sentido da inserção de nucleotídeos durante o processo de replicação da molécula de DNA. O termo “kudos!” no terminal 3' parabeniza os jogadores que finalizarem a partida. A trilha apresenta casas com pontos de exclamação e elementos da Biologia Molecular, representando as ações que devem ser executadas pelos jogadores durante a partida. As instruções sobre as ações estão presentes na legenda localizada no canto inferior direito do tabuleiro. Além da trilha e da legenda, o tabuleiro apresenta a tabela do código genético, que servirá como consulta para responder às perguntas relacionadas ao tema. A imagem de pano de fundo foi obtida pelo autor do jogo (orientador) através de fotografia e representa o ambiente onde os animais (pinos do jogo) buscam a sobrevivência. O *layout* do tabuleiro foi criado no programa Adobe Illustrator, utilizando imagens com licenças comerciais do site de pesquisa Google como base para criação dos elementos. O tabuleiro foi impresso em lona com dimensões de 90 x 130 cm.

As cartas *Perguntas* apresentam questões discursivas de três níveis: fácil, médio e difícil. As respostas corretas estão localizadas ao final de cada carta para conferência. As cartas *Evento surpresa* indicam situações que influenciam na sobrevivência das espécies, permitindo

o avanço ou recuo de casas na trilha. Ambas as cartas foram criadas no programa PowerPoint, impressas em papel vergê branco 180 g e plastificadas. O manual de instruções foi impresso em papel opaline 180 g em tamanho A4.

Os conteúdos abordados nos jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida” foram selecionados a partir de pesquisas em livros de Biologia para o Ensino Médio (LOPES; ROSSO, 2013; AMABIS; MARTHO, 2009; LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2007). Todos os conteúdos estão relacionados à temática Vida, Terra e Cosmos presente na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC para o Ensino Médio.

5.1.4 Regras do jogo “O sentido da vida”

“O sentido da vida” é um jogo de tabuleiro com perguntas e respostas sobre Ecologia, Evolução e Genética. Para jogar, a turma pode ser dividida em até seis grupos com quatro jogadores cada. Para turmas com mais de 24 alunos (6 grupos x 4 jogadores), podem ser utilizados dois jogos para a realização de duas partidas simultâneas, ou, caso não seja possível, o professor pode indicar outra atividade para os alunos que não estiverem jogando no momento, fazendo um rodízio após o término da partida.

O objetivo do jogo é alcançar o final do caminho no tabuleiro (terminal 3'), que indica a sobrevivência da espécie animal escolhida pelo grupo. Para isso, o grupo deverá responder corretamente às perguntas e passar pelos eventos indicados nas cartas *Evento Surpresa* e no caminho do tabuleiro.

Para iniciar a partida, os grupos devem lançar o dado para definição da ordem do jogo. O grupo que obtiver o maior número será o primeiro a iniciar a partida e a escolher um animal para representa-lo como pino no tabuleiro, seguido do grupo com o segundo maior resultado e assim sucessivamente. Com a ordem do jogo definida, o primeiro grupo deverá lançar novamente o dado para se locomover no caminho do tabuleiro. O grupo deverá obedecer ao comando presente na casa do tabuleiro em que parar. As casas e os comandos são os seguintes:

- (i) Nucleotídeo: indica que o grupo deverá responder uma pergunta da pilha de cartas homônimas;
- (ii) Mutação deletéria: indica que o animal sofreu uma mutação que o levou a condições precárias de saúde, devendo retroceder à casa do laboratório mais próxima para sua recuperação;
- (iii) Casa do laboratório: indica o recinto de recuperação do animal, onde deve permanecer por uma rodada;

- (iv) Ponto de exclamação: indica que o grupo deverá pegar uma carta *Evento Surpresa*, que informa a ocorrência de um evento aleatório. O evento pode ser benéfico ou prejudicial à sobrevivência do animal, indicando o avanço ou recuo de casas, respectivamente;
- (v) Salto evolutivo: indica que um evento favoreceu de sobremaneira a sobrevivência do animal permitindo que avance 12 casas;
- (vi) Mitocôndria: indica que o animal se deparou com uma situação que resultou em um excesso de alimentos e energia levando-o a avançar duas casas;
- (vii) Casa vazia: não apresenta comandos e o grupo passa a vez para o próximo.

Quando um grupo estiver sobre a casa nucleotídeo, o professor ou a próxima equipe a jogar deverá ler a primeira carta *Pergunta* do monte e girar a ampulheta após o término da leitura, dando tempo de resposta de aproximadamente 1,5 minuto. Ao responder corretamente, o grupo deverá jogar a ficha que indicará se os jogadores poderão lançar o dado novamente (face verde) ou se passará a vez para o próximo grupo (face vermelha). Se o grupo responder de forma equivocada, a vez passará automaticamente para o próximo grupo, que deverá lançar o dado e prosseguir com a partida.

Além de estarem presentes nos conteúdos das perguntas, os temas Ecologia, Evolução e Genética são abordados de forma implícita ao longo do deslocamento dos jogadores pelo tabuleiro. O *Evento surpresa* demonstra como fatores ecológicos e antrópicos interferem na dinâmica de populações através do avanço ou recuo de casas. As mutações deletérias fazem referência às alterações no DNA que podem levar à debilitação do organismo. É importante ressaltar que as mutações também podem ser neutras ou benéficas aos organismos. Esses conceitos são abordados nas cartas *Pergunta* e *Evento surpresa*. A Evolução é retratada no fator “sorte” do jogo. O lançamento do dado determinará qual dos sete possíveis comandos presentes nas casas do tabuleiro o grupo deverá seguir, fazendo alusão à seleção natural onde o meio (ou o tabuleiro) determinará se o ser vivo (o grupo) está apto a sobreviver no ambiente (avançar ou não pelas casas). De forma semelhante, o lançamento da ficha também retrata a Evolução a partir da perspectiva de “sorte” no jogo. Esses aspectos fazem alusão à Evolução como um processo que não é direcionado para o progresso/melhoria dos organismos, reforçando o conceito de que o meio ambiente (os elementos do jogo) seleciona positivamente os organismos mais aptos (“sorte”) e seleciona negativamente os que apresentam características desvantajosas (“azar”). É importante que o professor mediador observe se os alunos fizeram essas associações ao longo da partida, intervindo e fazendo as reflexões com os alunos se necessário.

O jogo “O sentido da vida” foi aplicado como uma versão teste em fevereiro de 2019 a seis alunos de graduação de Ciências Biológicas da UFRJ e decorreu durante 1h:30 min. Esse tempo seria incompatível com a realidade escolar, que normalmente apresenta tempos de aula entre 40 e 50 minutos. Os participantes sugeriram modificações no *layout* e nos componentes do jogo para melhoria da experiência, dentre elas, a redução de perguntas longas e o aumento da quantidade de casas que permitem o avanço dos jogadores. As sugestões foram atendidas gerando a versão final apresentada na figura 5 e disponível nos apêndices C e D.

Por se tratar de um jogo com perguntas e respostas, é recomendável, assim como o “Baralho da reprodução”, que o jogo seja utilizado após a abordagem dos conteúdos para que os alunos possam explorar ao máximo as potencialidades do jogo. Da mesma forma, sugerimos que “O sentido da vida” seja utilizado como ferramenta estratégica para fixação de conteúdos, revisão ou instrumento avaliativo.

5.2 APLICAÇÃO DOS JOGOS

Os jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida” foram aplicados a três turmas da 2ª série do Ensino Médio da Educação Básica do Colégio Pensi Tijuca I (Rio de Janeiro, Brasil), denominadas neste trabalho de A, B e C. A instituição foi selecionada por ser local de trabalho da pesquisadora envolvida no projeto e a seleção da 2ª série ocorreu pela mesma abranger os conteúdos abordados nos jogos produzidos.

Antes do início da aplicação de cada jogo, a professora-pesquisadora apresentou novamente³¹ os objetivos das atividades e expôs as regras e dinâmicas dos jogos de forma clara e objetiva, de maneira que todos estivessem aptos a jogar. Em seguida, as partidas foram iniciadas. A professora-pesquisadora atuou como mediadora, a fim de preservar as características didático-pedagógica das atividades no processo de ensino.

A aplicação do jogo “Baralho da reprodução” ocorreu no dia 24 de novembro de 2022. Devido a aplicação ter ocorrido ao final do ano letivo, houve baixo quórum de participantes. Na turma A houve a participação de 6 alunos, que foram divididos em três duplas (figura 7A). A primeira partida teve duração de 30 minutos e, logo após, os participantes pediram para jogar novamente. A segunda partida teve duração de 12 minutos e a terceira partida teve duração de 14 minutos, ambas com as mesmas duplas formadas inicialmente. Na turma B houve a participação de 7 alunos, que foram organizados em duas duplas e um trio (figura 7B). A

³¹ Os objetivos da atividade foram expostos em aula anterior, quando a professora-pesquisadora entregou aos participantes o termo de assentimento e o RCLE.

primeira partida teve duração de 7 minutos e, assim como na turma A, os alunos desejaram jogar novamente, tendo a segunda partida duração de 4 minutos e a terceira partida 11 minutos. Por fim, na turma C houve a participação de 5 alunos, organizados em uma dupla e um trio (figura 7C). Foram jogadas 4 partidas com duração média de 10 minutos cada. Somando as três turmas, houve a participação de 18 alunos. Após a realização das últimas partidas, os alunos foram convidados a responder ao questionário avaliativo. Dos 18 participantes, um aluno da turma C optou por não responder, totalizando 17 questionários respondidos.



Figura 7: Participantes do jogo “Baralho da reprodução” da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Pensi Tijuca I. A figura 7A mostra os participantes da turma A, a figura 7B mostra os participantes da turma B e a figura 7C mostra os participantes da turma C. Ao todo, houve a participação de 18 alunos.

Fonte: a autora.

A aplicação do jogo “O sentido da vida” ocorreu em datas diferentes para se adequar ao calendário de cada turma. Assim como no jogo “Baralho da reprodução”, houve baixo quórum de participantes em alguns dias devido a aplicação ter ocorrido ao final do ano letivo. A aplicação na turma A ocorreu no dia 17 de novembro de 2022 a 24 alunos, organizados em seis grupos com 4 participantes (figura 8A) com duração de 30 minutos. Nessa turma, apenas 21 alunos responderam ao questionário ao término da partida. Na turma B, a aplicação ocorreu no

dia 21 de novembro de 2022 com a participação de 10 alunos organizados em dois trios e um grupo com quatro alunos (figura 8B). A partida teve duração de 23 minutos. Dos 10 participantes, 8 alunos responderam ao questionário ao final da partida. A aplicação na turma C também ocorreu no dia 21 de novembro de 2022, com a participação de 7 alunos organizados em duas duplas e um trio (figura 8C). A partida teve duração de 20 minutos. Todos os alunos dessa turma responderam ao questionário. Somando as três turmas, 41 alunos participaram da aplicação dos jogos e 36 responderam ao questionário.



Figura 8: Participantes do jogo “O sentido da vida” da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Pensi Tijuca I. A figura 8A mostra os participantes da turma A, a figura 8B mostra os participantes da turma B e a figura 8C mostra os participantes da turma C. Ao todo, houve a participação de 41 alunos.
Fonte: a autora.

5.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para investigar a influência dos jogos educativos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida” no processo de aprendizagem, os alunos participantes foram convidados a responder um questionário avaliativo após o término das partidas. Foi aplicado um questionário para cada jogo (apêndices F e G).

Cada questionário apresenta 21 questões objetivas estruturadas em escala tipo Likert de cinco gradações (discordo fortemente, discordo, não concordo nem discordo, concordo e concordo fortemente)³², seguido de um campo aberto opcional, onde os participantes poderiam escrever suas considerações (dúvidas, sugestões, críticas, etc.) acerca das perguntas. A figura 9 ilustra o início do questionário contendo sua apresentação, dados da pesquisadora, uma escala de 1 a 5 relacionada à escala tipo Likert e os dois primeiros itens das questões objetivas.

Questionário de avaliação do jogo *Baralho da reprodução*

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar este jogo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Juliana Nunes
Nome do pesquisador

nunesju21@gmail.com
e-mail

Discordo Fortemente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Fortemente
1	2	3	4	5

Por favor, dê uma nota de 1 a 5 de acordo com o quanto você discorda (1) ou concorda (5) com cada afirmação.

Afirmações	Sua avaliação (1 a 5)	Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente.		
Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção.		

Figura 9: Início do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução”. O questionário inicia com uma apresentação de sua finalidade, dados da pesquisadora e escala de 1 a 5 relacionada à escala tipo Likert. Na figura é possível observar os dois primeiros itens do questionário, o espaço destinado à avaliação de acordo com a escala e o espaço para comentários sobre a questão. O questionário completo está disponível no apêndice F.

Fonte: a autora.

Ao final de cada questionário se encontram 3 questões subjetivas: (i) o que você conhecia sobre Biologia reprodutiva antes do jogo? (para o jogo “Baralho da reprodução”) / o que você conhecia sobre Genética, Ecologia e Evolução antes do jogo? (para o jogo “O sentido

³² A escala Likert apresenta 5 pontos variando de concordo totalmente a discordo fortemente. De acordo com Dalmoro e Vieira (2014), a inversão na disposição da escala (tipo Likert) não apresenta mudanças significativas nos resultados.

da vida”); (ii) cite três pontos fortes do jogo; e (iii) por favor, dê três sugestões de melhorias para o jogo.

Para a estruturação das questões objetivas, utilizamos como base o questionário elaborado por Savi e colaboradores (2010) e Savi, Wangenheim e Borgatto (2011), que utilizaram a escala tipo Likert³³, de discordo fortemente a concordo fortemente. Esse questionário foi selecionado por abranger parâmetros que norteiam a presente pesquisa, como a motivação, imersão, interação entre os participantes, relação entre emocionalidade e aprendizagem e avaliação da qualidade dos jogos desenvolvidos sob o ponto de vista dos alunos, visando mensurar suas potencialidades e realizar possíveis melhorias e correções.

Para criar o questionário, Savi e colaboradores (2010) se basearam nos seguintes modelos:

- (i) modelo Kirkpatrick nível 1³⁴ para analisar a reação dos alunos em relação à experiência de aprendizagem ao utilizarem um jogo educativo. Esse modelo foi selecionado pelos autores por medir a satisfação do participante, importante para indicar o quão eficaz foi um programa (ou jogo) e sugerir melhorias;
- (ii) modelo ARCS para avaliar o nível de motivação dos alunos. A sigla ARCS é um acrônimo que identifica quatro categorias de estratégias importantes para que se consiga motivar os alunos na aprendizagem: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação (*Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction*);
- (iii) componentes do *Game User Experience* (experiência do usuário) para avaliar a experiência de interação com o jogo. A experiência do usuário se concentra na percepção e respostas de uma pessoa sobre o uso de um produto, sistema ou serviço, buscando compreender tudo aquilo que o usuário fala ou pensa sobre um produto, como, por exemplo, se foi de fácil utilização, se foi confuso, ou se excedeu suas expectativas; e
- (iv) princípios da taxonomia de Bloom para avaliar o impacto na aprendizagem do aluno. A taxonomia de Bloom é uma classificação de níveis de raciocínio do mais simples ao mais complexo, sendo eles: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Savi e colaboradores (2010) consideram

³³ Neste trabalho foi adotada a escala tipo Likert com disposição invertida para acompanhar o modelo proposto por Savi, Wangenheim e Borgatto (2011).

³⁴ Donald Kirkpatrick criou um modelo de avaliação de treinamento baseado em quatro níveis: 1 (reação), 2 (aprendizagem), 3 (comportamento) e 4 (resultados).

os três primeiros níveis, descartando os demais devido ao maior grau de complexidade.

Savi, Wangenheim e Borgatto (2011) organizaram esses modelos de forma a avaliar a qualidade dos jogos sob o ponto de vista da percepção dos alunos (Kirkpatrick nível 1) a partir de três subcomponentes: motivação (ARCS), experiência do usuário e aprendizagem (Taxonomia de Bloom). Cada subcomponente permite avaliar diferentes dimensões. A figura 10 apresenta a estrutura do modelo de avaliação criado pelos autores a partir do construto da reação, seus três subcomponentes e catorze dimensões.

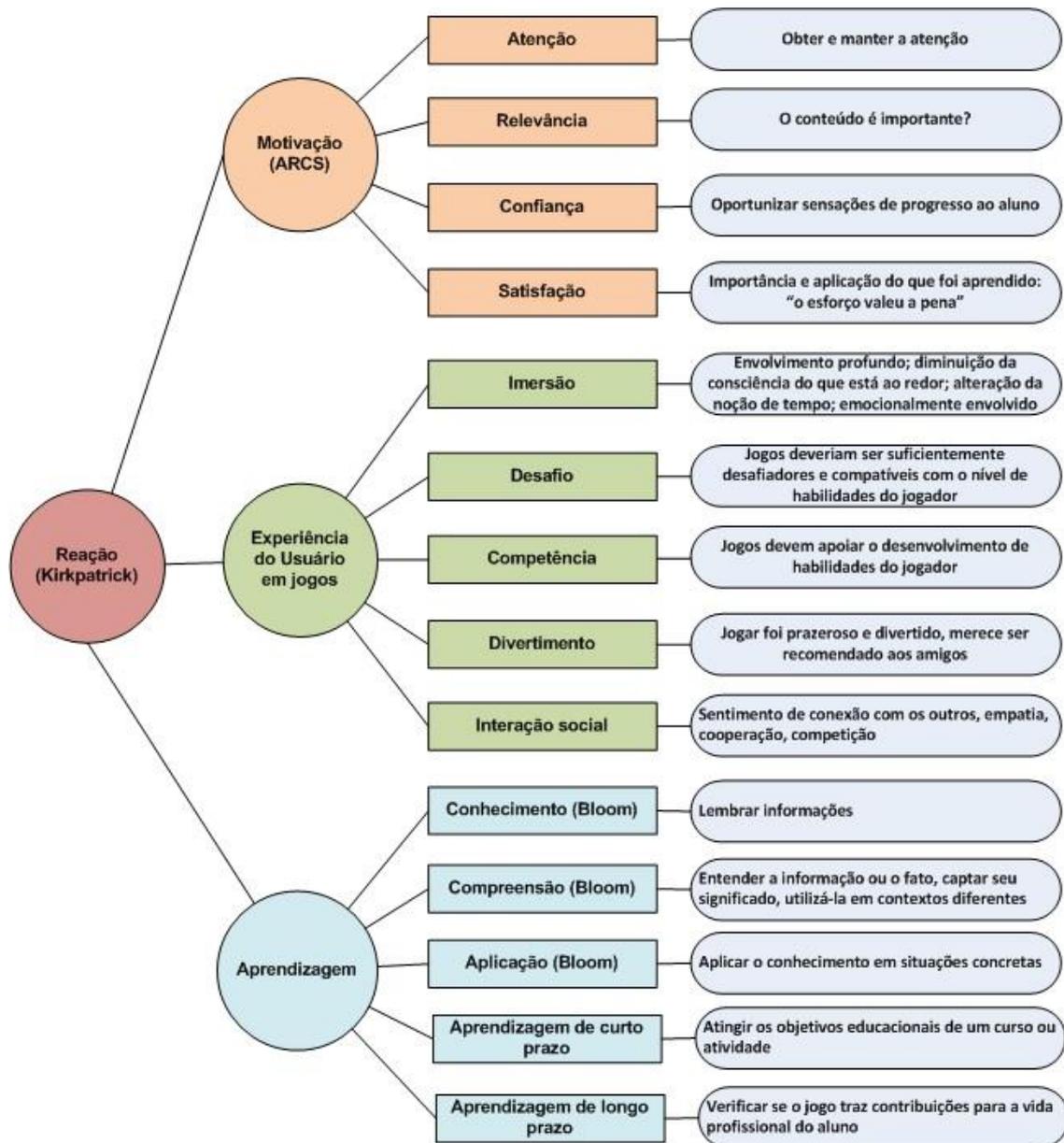


Figura 10: Estrutura do modelo de avaliação de jogos educativos criado por Savi, Wangenheim e Borgatto. Os autores se basearam no construto reação (Kirkpatrick nível 1) abrangendo 3 subcomponentes (motivação, experiência do usuário e aprendizagem) e 14 dimensões para a elaboração de um questionário que avalia a qualidade de jogos educativos. A figura demonstra o que cada dimensão busca avaliar. Fonte: Savi, Wangenheim e Borgatto (2011).

O modelo de criado por Savi, Wangenheim e Borgatto (2011) foi utilizado como base para elaborar o questionário avaliativo do presente trabalho. O quadro 5 mostra os itens abordados no questionário elaborado e os subcomponentes e dimensões aos quais se relacionam.

Nº do item	Item	Subcomponente	Dimensão
1	O design do jogo é atraente	Motivação	Atenção
2	Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção	Motivação	Atenção
3	Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele	Motivação	Satisfação
4	O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses	Motivação	Relevância
5	Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei	Motivação	Relevância
6	O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria	Motivação	Confiança
7	O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes	Motivação	Confiança
8	Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização	Motivação	Satisfação
9	Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas	Motivação	Relevância
10	Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava	Experiência do usuário	Imersão
11	Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor	Experiência do usuário	Imersão
12	Me senti mais estimulado a aprender com o jogo	Experiência do usuário	Imersão
13	O jogo me manteve estimulado a continuar utilizando-o	Experiência do usuário	Imersão
14	Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo	Experiência do usuário	Competência
15	Senti que estava colaborando com outros colegas	Experiência do usuário	Interação social
16	A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem	Experiência do usuário	Interação social
17	Eu jogaria este jogo novamente	Experiência do usuário	Divertimento
18	Eu recomendaria este jogo para meus colegas	Experiência do usuário	Divertimento

19	Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo	Aprendizagem	Conhecimento
20	Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo	Aprendizagem	Compreensão
21	Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo	Aprendizagem	Aplicação

Quadro 5: Itens avaliados no questionário em escala tipo Likert do presente trabalho. O questionário contém 21 itens que se relacionam a subcomponentes e dimensões de acordo com o modelo de avaliação de jogos educativos proposto por Savi, Wangenheim e Borgatto.

Fonte: a autora, baseado em Savi, Wangenheim e Borgatto (2011).

Para analisar os dados coletados através da escala tipo Likert, as respostas dos participantes foram quantificadas e organizadas em planilha no Excel para calcular a média aritmética e a frequência das respostas. A análise desses dados é importante para identificar as potencialidades e aspectos que podem ser melhorados nos jogos (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011).

Para o cálculo das médias, foram atribuídos valores para cada gradação da escala, variando de -2 (discordo fortemente) até +2 (concordo fortemente), sendo 0 o valor para “não concordo nem discordo”. Em seguida, esses valores foram multiplicados pelo quantitativo de alunos que selecionaram a referida gradação. Por fim, os resultados das multiplicações de cada gradação foram somados e o valor obtido foi dividido pelo total de alunos que responderam ao item do questionário. Esse valor final representa a média do item do questionário. O quadro 6 demonstra como os cálculos das médias foram realizados utilizando como exemplo o item 1 do questionário do jogo “Baralho da reprodução”. Os resultados das médias para cada item estão disponíveis nas tabelas 1 (“Baralho da reprodução”) e 4 (“O sentido da vida”) na seção Resultados e discussão.

Nº do item do questionário	Discordo fortemente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo fortemente	Média
1	$-2 \times 0 = 0$	$-1 \times 0 = 0$	$0 \times 1 = 0$	$+1 \times 4 = +4$	$+2 \times 12 = +24$	$(0+0+0+4+24) / 17 = 1,65$

Quadro 6: Demonstração do cálculo das médias aritméticas para os itens do questionário avaliativo. Foi utilizado como exemplo o item 1 do questionário do jogo “Baralho da reprodução”. O primeiro valor da coluna se refere à gradação na escala tipo Likert, variando de -2 (discordo fortemente) a +2 (concordo fortemente). O segundo valor da coluna se refere ao quantitativo de alunos que selecionaram a referida gradação. Os dois valores foram multiplicados, resultando em um terceiro valor na coluna. Os valores resultantes de cada coluna foram somados e posteriormente dividido pelo total de alunos que responderam ao item do questionário, gerando a média do mesmo. Fonte: a autora, baseado em Savi, Wangenheim e Borgatto (2011).

De acordo com Savi, Wangenheim e Borgatto (2011), a média igual ou superior a +1 indica boa avaliação, já que esse valor na escala indica a concordância com o item. Dessa forma, quanto mais próxima a média estiver de +2, melhor avaliada foi a característica do jogo. Importante ressaltar que os itens 6 e 7 do questionário abordam aspectos relacionados à dificuldade do jogo e, por isso, a interpretação dos dados referente a esses itens ocorreu de forma oposta, considerando os valores mais próximos de -2 como melhor avaliação dos itens.

Após o cálculo das médias, foram calculadas as frequências das respostas dos alunos para cada item. Esse cálculo indica a homogeneidade ou heterogeneidade das respostas, complementando as informações obtidas pelas médias. As frequências foram calculadas através da divisão do quantitativo de alunos que selecionaram a graduação na escala tipo Likert pelo total de alunos que responderam ao item no questionário. Os resultados das frequências foram demonstrados em porcentagem nos gráficos 1 (para o jogo “Baralho da reprodução”) e 2 (para “O sentido da vida”) na seção Resultados e discussão.

Para analisar as respostas das três questões subjetivas, todas as respostas foram lidas, interpretadas, agrupadas de acordo com a similaridade e posteriormente quantificadas. Os resultados estão disponíveis no corpo do texto (primeira questão de ambos os jogos) e nas tabelas 2 (segunda questão do “Baralho da reprodução”), 3 (terceira questão do “Baralho da reprodução”), 5 (segunda questão de “O sentido da vida”) e 6 (terceira questão de “O sentido da vida”) na seção Resultados e discussão.

Como as aplicações dos jogos foram realizadas com a mesma metodologia nas turmas participantes (A, B e C), os dados coletados nas três turmas foram agrupados e analisados juntos, resultando em um conjunto de dados para cada jogo.

5.4 SUBMISSÃO AO CEP

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)³⁵ do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ devido à participação de seres humanos na pesquisa. A submissão do projeto foi realizada em novembro de 2019 e foi aprovado em março de 2020 (CAAE 26528819.5.0000.5257).

Todos os participantes foram informados sobre o conteúdo da pesquisa em data anterior à aplicação dos jogos, quando foram entregues duas vias do termo de assentimento (apêndice

³⁵ O CEP é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas e tem com uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer adversidade.

H) e do Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) (apêndice I) para cada participante. O primeiro documento foi assinado pela pesquisadora e pelos participantes da pesquisa e o segundo pela pesquisadora e pelos responsáveis legais dos participantes menores de idade. Uma via de cada documento permaneceu em posse dos participantes e a outra via foi devolvida assinada na aula seguinte, tornando possível a aplicação dos jogos, coleta de dados e registro da atividade através de fotografias. Para preservar a identidade dos participantes, seus rostos foram ocultados nas fotografias através de símbolos no programa PowerPoint.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o término das partidas dos jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida”, os discentes foram convidados a responder aos questionários avaliativos de forma individual e anônima.

Reiteramos que os jogos produzidos foram aplicados a alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Pensi Tijuca I. O jogo “Baralho da reprodução” teve a participação de 18 alunos. Desses, um aluno optou por não responder ao questionário, resultando em 17 questionários aplicados e analisados. Com relação a “O sentido da vida”, 41 alunos participaram do jogo, mas 5 optaram por não responder ao questionário. Dessa forma, os resultados da aplicação se baseiam nas respostas de 36 alunos.

6.1 AVALIAÇÃO DO JOGO “BARALHO DA REPRODUÇÃO”

O desenvolvimento e aplicação dos questionários permitiu a análise de parâmetros relacionados à influência dos jogos produzidos na aprendizagem. A tabela 1 mostra as médias aritméticas obtidas a partir da análise dos dados coletados das questões objetivas para cada item sobre o jogo “Baralho da reprodução”.

Tabela 1: Médias aritméticas obtidas para os 21 itens do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução”. As médias foram calculadas através dos valores da gradação da escala tipo Likert (variando de -2 a +2) e do quantitativo de alunos que responderam ao questionário (17).

Nº do item	Item	Média
1	O design do jogo é atraente.	1,65
2	Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção.	1,71
3	Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.	1,24
4	O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1,24
5	Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.	1,71
6	O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	-1,35
7	O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	-1,35
8	Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.	1,65
9	Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.	1,00

10	Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	1,35
11	Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	1,59
12	Me senti mais estimulado a aprender com o jogo.	1,65
13	O jogo me manteve estimulado a continuar utilizando-o.	1,53
14	Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.	1,47
15	Senti que estava colaborando com outros colegas.	1,47
16	A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.	1,94
17	Eu jogaria este jogo novamente.	1,71
18	Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	1,59
19	Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.	1,71
20	Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.	1,82
21	Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.	1,82

Fonte: a autora.

Conforme descrito na seção 5.2, a média igual ou superior a 1 é considerada boa avaliação do item, já que esse valor na escala indica a concordância com o mesmo, enquanto os itens 6 e 7 devem ser interpretados com referência a valores negativos, ou seja, a média igual ou inferior a 1 deve ser considerada boa avaliação desses itens. A análise da tabela 1 mostra que todos os itens apresentaram média igual ou superior a 1 (exceto os itens 6 e 7 que apresentaram média inferior a -1), portanto, todos foram bem avaliados pelos alunos participantes da pesquisa.

Para avaliarmos as potencialidades do jogo reconhecidas pelos alunos, foram selecionados os itens que apresentaram as maiores médias em ordem decrescente: 16, 20, 21, 2, 5, 17 e 19. Esses itens avaliaram respectivamente as dimensões interação social, compreensão, aplicação, atenção, relevância, divertimento e conhecimento. Desses, três itens fazem parte do subcomponente aprendizagem (20, 21 e 19), dois itens se referem à experiência do usuário (16 e 17) e dois itens à motivação (2 e 5).

Através dos resultados obtidos, é possível observar que os alunos destacaram a importância da colaboração no jogo para a aprendizagem, reconhecendo a interação social como aspecto importante no processo de aprendizagem. Por promoverem a interação entre os participantes, os jogos podem ser considerados ferramentas que provocam intervenções no desenvolvimento das crianças. De acordo com Vygotsky, a intervenção do professor e das próprias crianças interfere na zona de desenvolvimento proximal (o caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processos de amadurecimento e que se

tornarão funções consolidadas). Para Tezani (2006), a situação do jogo cria uma ZDP nas crianças através da criação de situações imaginárias e pela definição de regras específicas. No jogo, a criança comporta-se de forma mais avançada do que nas atividades da vida real e também aprende a separar objeto de significado. Concordamos com a autora que a interação entre os indivíduos e os processos de construção dos conhecimentos adquiridos são fundamentais para se alcançar o significado da educação escolar, levando os discentes ao prazer pelo aprender quando se deparam com o domínio do que foi estudado.

A análise dos dados também demonstra que os participantes gostariam de jogar novamente e que o jogo atraiu a atenção no início da partida, além de reconhecerem que a ferramenta auxiliou na compreensão e aplicação dos temas abordados. Esses aspectos reforçam o caráter lúdico do jogo e sua relação com a aprendizagem.

Concordamos com Guimarães e Silva (2017) que, considerando o papel da escola, torna-se indispensável entender o lúdico como um mecanismo técnico, pedagógico e profissional de se alcançar as mais importantes condições da evolução e integração do educando. O lúdico permitirá ao educando o encontro com a alegria, as novidades, desafios, oportunidade de interagir com novos amigos, além de estimular que a criança conheça e lide com respeito às regras, organização com o material, o meio onde ela está inserida e o educador. Ademais, as mediações nas atividades lúdicas fornecem aos professores a oportunidade de exercer sua experiência profissional com ternura, empenho e comprometimento.

Os alunos demonstram maior entusiasmo quando recebem a proposta de aprender de uma forma mais interativa e divertida, tornando a aprendizagem formal mais significativa e prazerosa, corroborando com Campos, Bortoloto e Felício (2003).

Para avaliarmos as possíveis melhorias do jogo de acordo com as opiniões dos alunos, destacamos os itens que apresentaram as menores médias em ordem crescente: 9, 3, 4, 6, 7 e 10. Esses itens avaliaram as dimensões relevância (9 e 4), satisfação (3), confiança (6 e 7) e imersão no jogo (10). Desses, os cinco primeiros itens fazem parte do subcomponente motivação e o último do subcomponente experiência do usuário. O item 9, que apresentou a menor média, se refere ao aprendizado de algo surpreendente ou inesperado através do jogo. A média mais baixa em relação aos demais itens pode estar relacionada ao fato dos alunos já terem estudado os conteúdos abordados no jogo ao longo do ano letivo, assim, não identificaram os mesmos como algo novo.

A análise dos resultados permitiu observar que os alunos não destacaram a motivação como um potencial do jogo “Baralho da reprodução”. Concordamos com Libâneo (2011) que a motivação incentiva o discente à aprendizagem por criar um conjunto de estímulos capazes

de despertar o estímulo para aprender. Assim, a motivação permite que os alunos estejam mais receptivos e se sintam mais estimulados a aprender. Dessa forma, apesar de todos os itens apresentarem média igual ou superior a 1, consideramos que esse aspecto pode ser aprimorado para que o jogo possa auxiliar ainda mais no processo de aprendizagem.

De forma a complementar as informações analisadas a partir das médias, foram calculadas as frequências das respostas para cada item afim de verificar a homogeneidade ou heterogeneidade das respostas. O gráfico 1 mostra os resultados das frequências obtidas, permitindo a comparação do grau de concordância dos participantes com relação aos itens avaliados.

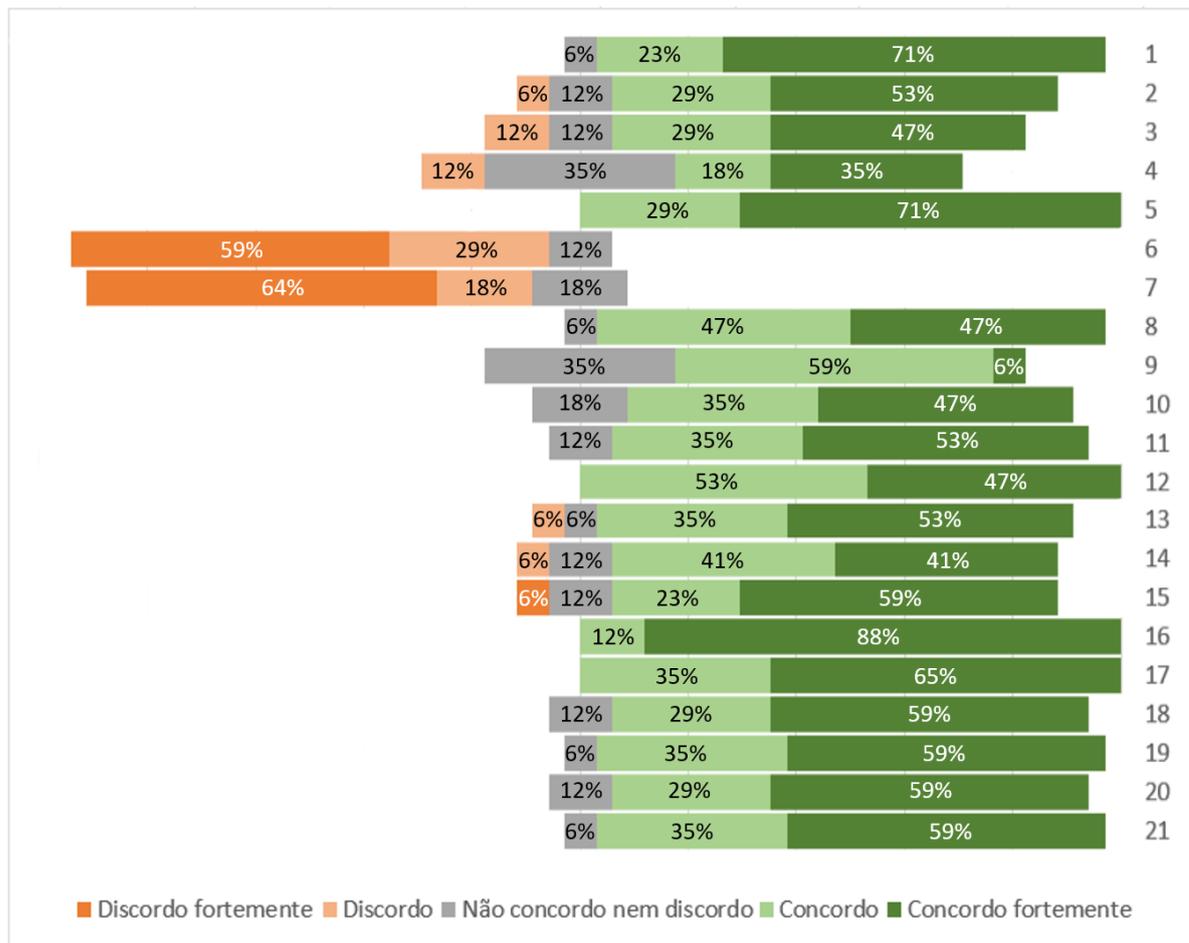


Gráfico 1 – Frequências obtidas para o grau de concordância com os itens do questionário avaliativo do jogo “Baralho da reprodução”. O grau de concordância varia de discordo fortemente a concordo fortemente de acordo com a escala tipo Likert. Os números ao lado direito se referem aos itens avaliados no questionário, que podem ser visualizados na tabela 1 e apêndice F.

Fonte: a autora.

A análise do gráfico 1 permite observar que todos os alunos concordaram ou concordaram fortemente com os itens 5, 12, 16 e 17, sendo o item 16 o que apresentou a maior

porcentagem de respostas “concordo fortemente”. Desses, apenas o item 12 não havia sido destacado como potencialidade do jogo pelos alunos através da análise das médias. A análise da frequência desse item permite observar que todos os alunos reconheceram que se sentiram mais estimulados a aprender com o jogo. A análise das frequências reforça que os alunos identificaram o jogo como uma ferramenta que proporcionou uma boa experiência. Esse dado corrobora com Gámez (2009), que acredita que existe uma expectativa de que a utilização de jogos produza experiências positivas por permitir que os jogadores interajam com outros objetos e se envolvam e se aprofundem no ambiente do jogo, o que vem acompanhado de emoções.

Os jogos e as brincadeiras tornam o ambiente mais leve e estimulante, gerando sensações de bem estar, prazer e alegria por estimular o sistema límbico, responsável pelo processamento das emoções (GUIMARÃES; SILVA, 2017). As brincadeiras fortalecem as sinapses que interligam o sistema límbico ao neocórtex, proporcionando a tomada de decisões, ou seja, habilidades racionais que favorecem a aprendizagem. As emoções que os eventos provocam nos educandos auxiliam na gravação das informações no cérebro. Quanto mais emoção a criança experimentar (dentro de certos limites), mais informações irão se fixar na memória de forma duradoura.

Tezani (2006) complementa que a dimensão afetiva pode auxiliar no resgate da vontade de aprender e o desejo de buscar a construção do conhecimento. De acordo com a autora, a utilização de jogos possibilita um ambiente de amor nas relações entre criança, conhecimento, meio, aprendizagem e educadores. Dessa forma, trabalhar com a dimensão lúdica proporciona espaços onde os desejos e sentimentos dos discentes estejam presentes, promovendo momentos de afetividade entre a criança e o aprender.

Ademais, concordamos com Lima (2008) que valorizar o brincar no processo de aprendizagem auxilia na preparação das crianças para enfrentarem com êxito uma sociedade em constantes mudanças e que exige um novo perfil de indivíduo: cooperativo, dinâmico, versátil, comprometido com uma forma de vida mais humana, menos exclusiva e mais justa.

A análise do gráfico 1 permite observar também que os itens 2, 3, 4, 13, 14 e 15 apresentaram maior distribuição entre as respostas, variando de “discordo” (ou “discordo fortemente” para o item 15) a “concordo fortemente”. Essa análise demonstra a heterogeneidade de opiniões sobre os itens, que avaliaram respectivamente as dimensões atenção, satisfação, relevância, imersão, competência e interação social. Desses, nenhum item havia sido elencado como potencialidade pelos alunos através da análise das médias. Já os itens 3 e 4 estavam entre os itens com menores médias. Esses itens apresentaram maior proporção de respostas

“concordo” e “concordo fortemente”, mas a divergência de opiniões entre os alunos manteve a média mais próxima de 1.

A análise das frequências corrobora que os itens foram bem avaliados pelos alunos, ao observar que todos apresentaram maior frequência de respostas “concordo” e “concordo fortemente” (e “discordo” e “discordo fortemente” para os itens 6 e 7), inclusive os itens que apresentaram maior heterogeneidade de opiniões.

Com relação aos campos abertos ao lado de cada item destinados a comentários opcionais, foram registradas respostas de apenas três alunos. Todas as respostas se referiram à apresentação do jogo: no item 1 (“o design do jogo é atraente”), dois alunos sugeriram que o “Baralho da reprodução” fosse colorido e no item 2 (“houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção”), um aluno citou que chamou sua atenção o fato do jogo ser um baralho.

Sobre a primeira questão subjetiva ao final do questionário, que perguntava o que o aluno conhecia sobre Biologia reprodutiva antes do jogo, 6 alunos responderam que conheciam a matéria por terem estudado ao longo do ano, 6 alunos afirmaram que tinham boa noção do conteúdo, 4 alunos explicaram os conteúdos que tinham domínio e 1 aluno respondeu que não sabia nada sobre o assunto. Observamos que a maioria dos alunos consideraram ter ao menos um conhecimento básico sobre o assunto abordado no jogo. Esses dados corroboram com a análise realizada anteriormente na média do item 9, relacionado ao aprendizado de algo surpreendente ou inesperado através do jogo, que havia apresentado a menor média.

A segunda questão subjetiva solicitava que os alunos citassem três pontos que consideravam fortes do jogo. Alguns alunos citaram apenas dois pontos. A tabela 2 mostra as respostas fornecidas pelos alunos.

Tabela 2: Pontos fortes do jogo “Baralho da reprodução” destacados pelos alunos na segunda questão subjetiva do questionário. As respostas foram interpretadas, agrupadas e quantificadas de acordo com a similaridade entre elas.

Pontos fortes do jogo	Quantidade de respostas
Divertido	7
Design	5
Dinâmico	4
Fixação de conteúdo	4
Trabalho em equipe/colaboração	4
Competição	3
Fácil entendimento	3

Interessante	3
Complexidade	2
Criativo	2
Estímulo ao raciocínio lógico	2
Organização do jogo (regras)	2
Aprendizado diferente	1
Desafio	1
Fortalece amizades	1
Rápido	1

Fonte: a autora.

Através das respostas fornecidas pelos participantes nessa questão, foi identificado que o principal ponto forte do jogo foi a diversão, seguido pelo design. Com relação a esses assuntos, destacamos algumas respostas fornecidas pelos alunos que permitiram chegar a essa conclusão: “jogo simples e divertido, mostrando que o simples também é legal”, “incrivelmente divertido”, “diversão ao longo do jogo”, “design objetivo” e “o design é ótimo”.

Também receberam destaque aspectos como a dinâmica do jogo, o auxílio na fixação de conteúdos e o trabalho em equipe. Destacamos algumas respostas sobre esses assuntos: “o jogo é dinâmico”, “me ajudou a lembrar e relacionar o conteúdo”, “com o jogo aprendi mais”, “estimula o trabalho em equipe”, “incentiva a união entre os participantes” e “fortalecimento de amizades”.

Através das respostas fornecidas nessa questão foi possível observar que os alunos reconheceram novamente a importância do lúdico e da colaboração no processo de aprendizagem, corroborando com Tarouco e colaboradores (2004) que os jogos didáticos facilitam o aprendizado por divertir enquanto motiva, aumentando a capacidade de reter o que foi ensinado. O processo de aprendizagem torna-se mais eficiente a partir do lúdico, pois os discentes aprendem de forma divertida.

Por fim, solicitamos que os alunos sugerissem três melhorias para o jogo na terceira questão subjetiva. Alguns alunos sugeriram apenas uma ou duas melhorias, outros disseram que não há nenhuma melhoria a ser realizada e um aluno não respondeu à questão. A tabela 3 mostra as respostas fornecidas pelos alunos.

Tabela 3: Sugestões de melhorias para o jogo “Baralho da reprodução” fornecidas pelos alunos na terceira questão subjetiva do questionário. As respostas foram interpretadas, agrupadas e quantificadas de acordo com a similaridade entre elas.

Melhorias para o jogo	Quantidade de respostas
Maior variabilidade de cartas	7
Criar carta para inverter o sentido do jogo	6
Tempo para cada equipe jogar	5
Ser mais colorido	4
Sem sugestões/o jogo está ótimo	2
Criar carta para bloquear próxima equipe	1

Fonte: a autora.

A análise das respostas permitiu observar que a maioria dos alunos fizeram sugestões para tornar o jogo ainda mais dinâmico. Essa análise foi possível através de respostas como “o jogo poderia ter uma gama maior de cartas”, “poderia ter mais cartas para combinar, ex: 2 tipos, 2 formas, 2 imagens”, “mais cartas para mais gente jogar”, “uma carta para inverter a ordem do jogo”, “tempo para cada equipe”, “cartas diferentes (bloqueio/inversão)” e “colocar uma ampulheta e quando a areia acabar o jogo inverte o sentido: dinâmica”.

Também recebeu destaque a sugestão para criar uma versão colorida para tornar o jogo mais atrativo visualmente. Chegamos a essa conclusão através de respostas como “acho que deixar mais chamativo na questão das cores do baralho, mas de resto um excelente jogo”, “mais cor para o jogo” e “poderia ser mais coloridinho”.

Concordamos com Campos, Bortoloto e Felício (2003) que tornar o jogo mais dinâmico e visualmente mais atrativo pode auxiliar na aprendizagem, à medida que os alunos ficam mais entusiasmados quando recebem a proposta de aprender de uma forma mais interativa e divertida, resultando em um aprendizado significativo.

De forma geral, através da análise das médias, frequências, comentários e respostas nas questões subjetivas, observamos que os alunos gostaram de utilizar o jogo “Baralho da reprodução”, destacando principalmente a influência da colaboração e do aspecto lúdico no processo de aprendizagem. Os dados coletados demonstram que o jogo foi bem avaliado nos critérios a que foi submetido: motivação, experiência do usuário e aprendizagem, atuando como uma ferramenta que auxiliou no processo de aprendizagem.

Consideramos as sugestões fornecidas pelos alunos interessantes, pois, se implementadas, tornariam o jogo ainda mais dinâmico. Dessa forma, consideramos aplicar as sugestões na próxima versão do jogo “Baralho da reprodução”, buscando criar um instrumento que amplie seu potencial e que englobe os diversos aspectos essenciais à aprendizagem.

6.2 AVALIAÇÃO DO JOGO “O SENTIDO DA VIDA”

O desenvolvimento e aplicação dos questionários permitiu a análise de parâmetros relacionados à influência do jogo “O sentido da vida” na aprendizagem. A tabela 4 mostra as médias aritméticas obtidas a partir da análise dos dados coletados das questões objetivas para cada item sobre o jogo.

Tabela 4: Médias aritméticas obtidas para os 21 itens do questionário avaliativo do jogo “O sentido da vida”. As médias foram calculadas através dos valores da gradação da escala tipo Likert (variando de -2 a +2) e do quantitativo de alunos que responderam ao questionário (36).

Nº do item	Item	Média
1	O design do jogo é atraente.	1,06
2	Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção.	1,58
3	Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.	1,42
4	O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1,28
5	Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.	1,64
6	O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	-1,56
7	O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.	-1,56
8	Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.	1,72
9	Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.	1,19
10	Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	1,81
11	Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	1,25
12	Me senti mais estimulado a aprender com o jogo.	1,42
13	O jogo me manteve estimulado a continuar utilizando-o.	1,72
14	Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.	1,28
15	Senti que estava colaborando com outros colegas.	1,19
16	A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.	1,64
17	Eu jogaria este jogo novamente.	1,81
18	Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	1,81
19	Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.	1,61
20	Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.	1,47

21	Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.	1,44
----	---	------

Fonte: a autora.

Através da análise da tabela 4, observamos que todos os itens apresentaram média superior a 1 (exceto os itens 6 e 7 que apresentaram média inferior a -1 e devem ser interpretados com referência a valores negativos), sendo bem avaliados pelos alunos participantes da pesquisa.

Para avaliar as potencialidades do jogo de acordo com a opinião dos alunos, foram destacados os itens com as maiores médias em ordem decrescente: 10, 17, 18, 8 e 13. Esses itens avaliam as dimensões imersão (10 e 13), divertimento (17 e 18) e satisfação (8). Desses, quatro itens fazem parte do subcomponente experiência do usuário (10, 17, 18 e 13) e um item se relaciona à motivação (8). A partir desses dados, é possível observar que os alunos gostariam de jogar novamente, se sentiram imersos no jogo ao não perceberem o tempo passar enquanto jogavam e que recomendariam o jogo para outros colegas.

A imersão é uma característica importante para avaliar a qualidade do jogo. Esse aspecto se relaciona à aprendizagem por favorecer o desvio do foco do mundo real para o mundo do jogo (permitindo que os discentes esqueçam momentaneamente preocupações), estimular a percepção e a utilização de habilidades para superar desafios, estimular a competição e a cooperação, além de proporcionar sentimentos de diversão, prazer, relaxamento e satisfação, conforme Savi e colaboradores (2010).

Para avaliarmos as possíveis melhorias do jogo de acordo com as opiniões dos alunos, destacamos os itens que apresentaram as menores médias em ordem crescente: 1, 9, 15, 11, 4 e 14. Esses itens avaliam respectivamente as dimensões atenção, relevância (9 e 4), interação social, imersão e competência. Desses, três itens fazem parte do subcomponente motivação (1, 9 e 4) e os outros três do subcomponente experiência do usuário (15, 11 e 14).

A partir da análise das médias é possível perceber que não houve homogeneidade com relação aos subcomponentes avaliados, considerando que a motivação e a experiência do usuário apresentaram as maiores e menores médias para diferentes itens. Com relação ao subcomponente motivação, é possível perceber que os alunos se sentiram realizados ao completar os exercícios do jogo (item 8), mas não destacaram como potencial o design (item 1), o conteúdo do jogo (item 4) e o aprendizado de algo inesperado ou surpreendente (item 9). Esse último pode estar relacionado ao fato de os alunos terem estudado os conteúdos abordados no jogo ao longo do ano letivo, portanto, não identificaram os mesmos como novidade. Sobre o subcomponente experiência do usuário, os alunos consideraram como potencialidades do jogo

a imersão (itens 10 e 13) e a diversão (itens 17 e 18), mas não destacaram a competência (14), relacionada ao progresso durante o desenrolar do jogo, e a interação social (15), relacionada à colaboração com outros colegas durante a partida.

Para complementar as informações analisadas através das médias, foram calculadas as frequências obtidas para cada item respondido (gráfico 2), de forma a permitir a comparação entre o grau de concordância para cada item e verificar a homogeneidade ou heterogeneidade das respostas.

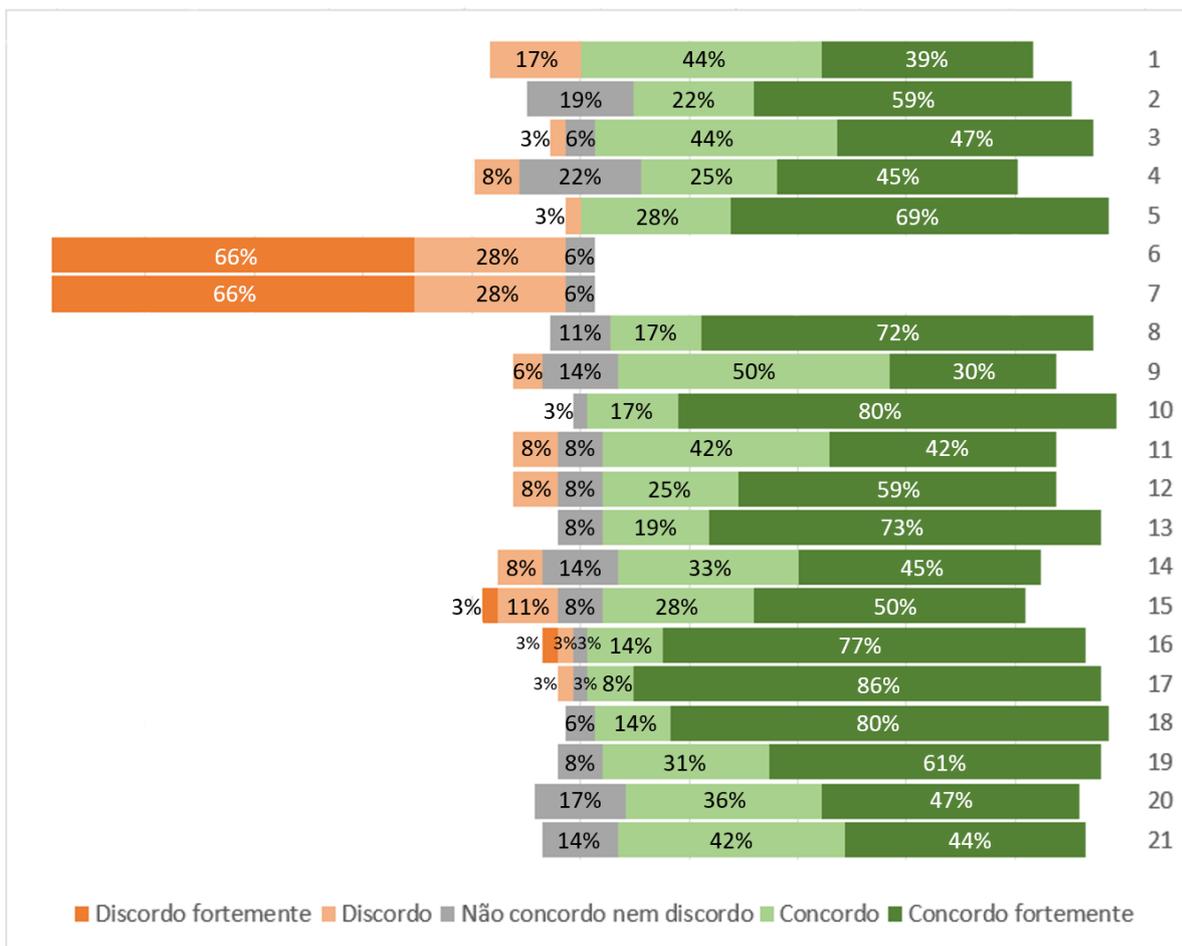


Gráfico 2 – Frequências obtidas para o grau de concordância com os itens do questionário avaliativo do jogo “O sentido da vida”. O grau de concordância varia de discordo fortemente a concordo fortemente de acordo com a escala tipo Likert. Os números ao lado direito se referem aos itens avaliados no questionário, que podem ser visualizados na tabela 4 e apêndice G.

Fonte: a autora.

Ao analisar o gráfico, é possível perceber que nenhum item foi avaliado apenas com concordo ou concordo fortemente, mostrando que os alunos apresentaram certo grau de divergência de opiniões sobre os diferentes aspectos do jogo. O item 17, relacionado ao divertimento do subcomponente experiência do usuário, apresentou a maior proporção de

respostas “concordo fortemente”, indicando que os alunos gostariam de jogar “O sentido da vida” novamente. Assim, entendemos que o jogo foi bem recebido pelos alunos, considerando que a maioria dos participantes gostaria de reviver a experiência.

Já os itens 15 e 16 foram avaliados desde “discordo fortemente” a “concordo fortemente”, apresentando maior heterogeneidade de opiniões. Esses itens avaliaram se os alunos sentiam que estavam colaborando com outros colegas e se achavam que a colaboração no jogo ajuda na aprendizagem. A análise das frequências permite observar que a maioria dos alunos acredita que colaboraram com outros colegas e que a colaboração no jogo ajuda na aprendizagem, mas alguns alunos não compartilharam essa opinião.

Apesar da divergência de opiniões sobre os itens avaliados no questionário, a análise das frequências corrobora que os itens foram bem avaliados pelos alunos, ao observar que todos apresentaram maior frequência de respostas “concordo” e “concordo fortemente” (e “discordo” e “discordo fortemente” para os itens 6 e 7), inclusive os itens que apresentaram maior heterogeneidade de opiniões.

Com relação aos campos abertos ao lado de cada item destinados a comentários opcionais, foram registradas respostas de quinze alunos. A análise dos comentários foi realizada em blocos de acordo com os subcomponentes propostos por Savi e colaboradores (2010).

Nos itens relacionados ao subcomponente motivação, os alunos teceram comentários sobre os itens 1 (“o design do jogo é atraente”), 2 (“houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção”), 3 (“eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele”), 4 (“o conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses”), 6 (“o jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria”), 8 (“completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização”) e 9 (“eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas”).

No item 1, seis alunos sugeriram que o jogo “O sentido da vida” fosse colorido, dois alunos afirmaram que o tabuleiro era bonito e um aluno citou que o design é simples e objetivo. No item 2, três alunos destacaram que os desenhos presentes no tabuleiro chamaram sua atenção, um aluno destacou os pinos em formato de animais e um aluno citou a mecânica do jogo. No item 3, um aluno citou que achou as perguntas interessantes e um aluno explicou que se prepararia/estudaria mais se houvesse brinde para a equipe vencedora. No item 4, um aluno destacou que o jogo permite saber se o aluno realmente aprendeu o conteúdo por abordar os assuntos já estudados ao longo do ano e um aluno citou que apesar de não amar Biologia, o jogo trouxe um lado diferente e legal da disciplina. No item 6, dois alunos citaram que o jogo é simples, divertido/dinâmico e as regras foram explicadas de forma clara/objetiva e um aluno

citou que apresentou dificuldade sobre a regra relacionada à ficha do jogo. No item 8, um aluno comentou que cada acerto trazia motivação. No item 9, um aluno citou que recuperou conhecimentos que estavam guardados e se surpreendeu ao notar que ainda os tinha na memória e outro aluno apontou que o jogo forneceu uma oportunidade de aprender Biologia de forma divertida e que agrega conhecimento.

De acordo com os comentários, é possível observar que os alunos sugeriram que o jogo fosse mais colorido para chamar mais a atenção, mas os pinos e desenhos do tabuleiro auxiliam nessa função. Esses comentários corroboram com a interpretação da análise das médias, no qual o item 1 apresentou a menor média dentre os itens avaliados. Também é possível destacar a percepção dos alunos sobre o aspecto lúdico fornecido pelo jogo, permitindo que os conteúdos fossem abordados de forma divertida e dinâmica, inclusive atraindo a atenção de um aluno que declarou não apreciar a disciplina. De acordo com os comentários, esses aspectos permitiram que os alunos se sentissem realizados e motivados, além de auxiliar no resgate de conhecimentos e na verificação dos conteúdos que foram aprendidos.

Com relação aos itens do subcomponente experiência do usuário, os alunos fizeram comentários sobre os itens 10 (“eu não percebi o tempo passar enquanto jogava”), 11 (“me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor”), 12 (“me senti estimulado a aprender com o jogo”), 15 (“senti que estava colaborando com outros colegas”), 16 (“a colaboração no jogo ajuda a aprendizagem”) e 17 (“eu jogaria este jogo novamente”).

No item 10, um aluno reforçou que o tempo passou rápido durante a partida. No item 11, um aluno respondeu que o ambiente sadio de competitividade durante o jogo fez esquecer que estava em uma escola. No item 12, um aluno citou que teve vontade de descobrir as respostas que não sabia. No item 15, um aluno apontou que talvez a competição tenha atrapalhado um pouco a colaboração. No item 16, o mesmo aluno comentou que a colaboração incentiva a união entre os colegas. No item 17, dois alunos reforçaram que gostariam de utilizar o jogo novamente em outras aulas.

Ao analisar os comentários é possível perceber que o jogo foi uma ferramenta que forneceu uma boa experiência para os participantes e despertou a curiosidade para aprender os assuntos que ainda não eram conhecidos. Para que um jogo educacional seja bem avaliado, não basta que ele seja didaticamente adequado e promova a aprendizagem, ele também precisa ser capaz de proporcionar uma boa experiência (SAVI; WANGENHEIM; BORGATTO, 2011). Relembramos a importância do professor como mediador da atividade, de forma a auxiliar que

a competição gerada naturalmente pelo jogo seja sadia e não interfira negativamente na colaboração entre os participantes, permitindo que o jogo forneça mais experiências positivas.

No subcomponente aprendizagem, todos os itens apresentaram ao menos um comentário: 19 (“depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo”), 20 (“depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo”) e 21 (“depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo”).

No item 19, um aluno citou que relembrou matérias estudadas anteriormente ao longo do ano. No item 20, um aluno apontou que ajudaria bastante se o jogo fosse aplicado antes de uma prova para lembrar os conteúdos. No item 21, um aluno apontou que conseguiu aplicar melhor os conhecimentos apesar de não ter domínio sobre toda a matéria.

De acordo com os comentários, é possível observar que os alunos reconheceram o jogo como ferramenta que auxilia na aprendizagem em relação as capacidades de lembrar, entender e aplicar (três primeiros níveis da taxonomia de Bloom) os assuntos abordados. Esse aspecto reforça a recomendação do jogo para ser utilizado como estratégia de revisão e fixação de conteúdos.

Com relação à primeira questão subjetiva do questionário, que perguntava o que o aluno conhecia sobre Genética, Ecologia e Evolução antes do jogo, 12 alunos responderam que conheciam os assuntos por terem estudado ao longo do ano letivo, 11 alunos afirmaram que conheciam o básico (desses, 2 alunos complementaram que o jogo ajudou a lembrar), 8 alunos explicaram os assuntos que tinham domínio, 1 aluno respondeu que sabia muito sobre os conteúdos e 4 alunos não responderam à pergunta. Assim, observamos que a maioria dos alunos consideravam ter ao menos um conhecimento básico sobre os assuntos abordados no jogo. Esses dados corroboram com a análise realizada anteriormente na média do item 9, relacionado ao aprendizado de algo surpreendente ou inesperado através do jogo, que apresentou a segunda menor média dentre os itens avaliados.

A segunda questão subjetiva do questionário solicitava que os alunos citassem três pontos que consideravam fortes do jogo. Alguns alunos citaram apenas um ou dois pontos e dois alunos não responderam à questão. A tabela 5 mostra as respostas fornecidas pelos alunos.

Tabela 5: Pontos fortes do jogo “O sentido da vida” destacados pelos alunos na segunda questão subjetiva do questionário. As respostas foram interpretadas, agrupadas e quantificadas de acordo com a similaridade entre elas.

Pontos fortes do jogo	Quantidade de respostas
Perguntas	15
Trabalho em equipe/colaboração	15
Organização do jogo	13
Aprendizado	11
Divertido	8
Cartas <i>Evento surpresa</i>	7
Competição	6
Estimulante/desperta o interesse	5
Dinâmico	4
Fácil entendimento	4
Fixação de conteúdos	4
Estímulo ao raciocínio lógico	3
Avalia o conhecimento	1
Design	1
Interação com a professora	1
Rápido	1

Fonte: a autora.

Os principais pontos fortes destacados pelos alunos foram o trabalho em equipe/colaboração e as perguntas presentes nas cartas homônimas. Com relação às perguntas, foram observadas respostas como “as perguntas são relevantes”, “perguntas interessantes e curiosas”, “as perguntas por darem bastante conteúdo”, “perguntas bem relacionadas a temas interessantes”, “perguntas sobre temas variados”, “questões claras e bem desenvolvidas”, “perguntas criativas” e “perguntas para testar os conhecimentos”. Alguns alunos que responderam sobre o trabalho em equipe/colaboração como ponto forte citaram “a ideia de ser em grupo”, “interação com os outros”, “trabalho colaborativo”, “incentiva a união entre os participantes”, “a interação com o colega da sala e professora”, “divertido de jogar em grupo”, dentre outras respostas.

Essa análise mostra que, apesar dos itens que avaliaram a colaboração terem apresentado a maior heterogeneidade de opiniões, a maioria dos alunos reconheceram a importância do trabalho em equipe, destacando-a como o principal ponto forte do jogo junto com as perguntas.

Os alunos destacaram também a organização do jogo. Essa categoria agrupou respostas relacionadas aos componentes e regras, dentre elas: “a dinâmica com os dados”, “as cartas, as exclamações e a ideias das perguntas”, “o uso de bichinhos como pinos e a correlação com a

evolução deles”, “os diferentes meios de ganhar ou perder ponto”, “a ideia do jogo em si através das cartas, dado, casas do jogo especiais... a logística foi um ponto forte”. O componente do jogo que recebeu mais destaque com 7 respostas, e, por isso, foi tabulado separadamente, foi a carta *Evento surpresa*. Os alunos destacaram que “os acontecimentos surpresa trazem algo que está relacionado ao cotidiano”, “cartas inesperadas tornando o jogo imprevisível e mais divertido”, e destacaram “o suspense nas cartas de exclamação” e “as histórias das cartas de exclamação”. Assim, foi possível observar que os alunos consideram que os componentes e regras do jogo foram bem elaborados, contribuindo para tornar o jogo mais dinâmico. Além disso, alguns alunos observaram que o jogo relaciona assuntos escolares com o cotidiano, demonstrando perceberem que os conteúdos abordados em sala de aula possuem aplicações no dia a dia, tornando a aprendizagem mais significativa.

Outros dois pontos fortes destacados pelos alunos foram o aprendizado e a diversão, sendo que três alunos relacionaram os dois aspectos, afirmando que a diversão auxilia na aprendizagem. Foram observadas respostas como “assunto científico misturado com um jogo facilita e diverte o aprendizado”, “agrega conhecimento de uma forma leve e descontraída”, “ajuda a compreender bem e estimula as pessoas a estudar e procurar saber mais sobre o assunto”, “torna o aprendizado muito mais simples”, “te faz lembrar de conteúdos passados de Biologia e as pessoas que não sabem muito acabam aprendendo ao jogar o jogo”, “ajuda a guardar melhor a matéria”, “ativa a memória sobre os assuntos”, “algumas perguntas feitas são como cairia numa prova e através do jogo foi mais fácil refletir e desenvolver uma resposta sobre” e “é muito divertido”.

Alguns alunos observaram e destacaram como ponto forte a presença de elementos de outras áreas da Biologia além da Ecologia, Evolução e Genética, temas centrais do jogo. Tal observação foi possível através de respostas como “a distribuição de características biológicas às dinâmicas do jogo, como a mitocôndria e a mutação do DNA” e “as referências constantes à Biologia, como o sentido da vida ($5' \rightarrow 3'$), as mitocôndrias dando energia e a mutação deletéria”. Tais comentários demonstram que apesar de abordar diretamente assuntos sobre Ecologia, Evolução e Genética, o jogo não trata os conteúdos de forma fragmentada, onde não há comunicação entre diferentes conhecimentos. Concordamos com Pires (1998) que há a necessidade de integrar e articular os conhecimentos, inclusive entre diferentes disciplinas, de forma a atender a formação humana e profissional dos educandos para o enfrentamento das práticas sociais que exigem formação mais crítica e competente.

Por fim, solicitamos que os alunos sugerissem três melhorias para o jogo. Alguns alunos citaram apenas um ou dois pontos, outros responderam que não há melhorias a serem realizadas

e dois alunos não responderam à questão. A tabela 6 mostra as respostas fornecidas pelos alunos.

Tabela 6: Sugestões de melhorias para o jogo “O sentido da vida” fornecidas pelos alunos na terceira questão subjetiva do questionário. As respostas foram interpretadas, agrupadas e quantificadas de acordo com a similaridade entre elas.

Melhorias para o jogo	Quantidade de respostas
Perguntas múltipla escolha/objetivas	12
Aumentar a quantidade de casas no tabuleiro	8
Retirar/modificar a regra da ficha	7
Ser mais colorido	7
Adicionar mais cartas <i>Evento surpresa</i> vantajosas (avançar casas)	4
Design	4
Modificar a ampulheta/utilizar cronômetro	3
Reduzir o tabuleiro	3
Abordar mais assuntos	2
Mais mecanismos para voltar casas	2
Sem sugestões/o jogo está ótimo	2
Adicionar punição se responder errado	1
Aumentar o tamanho do dado	1
Mais recompensas para perguntas mais difíceis	1
Reduzir tamanho dos peões	1
Variar tempo de resposta de acordo com grau de dificuldade da pergunta	1

Fonte: a autora.

Com relação às sugestões de melhorias para o jogo, o ponto que recebeu mais destaque foi a criação de perguntas múltipla escolha (objetivas). Lembramos que as perguntas haviam sido consideradas o principal ponto forte do jogo junto com a colaboração na questão anterior. Para interpretar melhor esse aparente conflito, foram cruzadas todas as respostas relacionadas às perguntas, tanto as relacionadas ao ponto forte quanto as relacionadas a sugestões de melhorias para verificar se havia contradição nas respostas dos alunos. Dos 12 alunos que sugeriram que as perguntas apresentassem alternativas, 4 haviam destacado as mesmas como ponto forte do jogo. Uma forma de interpretar esse dado é a possibilidade de os alunos terem considerado as perguntas bem formuladas (justificando o destaque positivo), mas a presença de alternativas de respostas nas cartas poderia auxiliar a responder corretamente (justificando a sugestão de melhoria). Essa interpretação foi possível através das respostas fornecidas por um participante, que afirmou que “as perguntas são interessantes e curiosas” como ponto forte e sugeriu “múltipla escolha em perguntas mais difíceis”. Os demais alunos que sugeriram a adição de

alternativas não haviam apontado as perguntas como ponto positivo do jogo, não havendo conflito em suas respostas nas duas questões.

Os alunos também sugeriram o aumento de casas do tabuleiro para fornecer mais tempo de jogo. Dentre as respostas, um aluno complementou que poderia incluir mais casas vazias, um aluno sugeriu que adicionasse mais casas para responder às perguntas e um aluno sugeriu que adicionasse mais casas com *Evento surpresa*. Outra sugestão foi a retirada ou modificação da regra da ficha, que decide se a equipe que respondeu corretamente à pergunta pode avançar ou não no tabuleiro. Três alunos apontaram que a ficha tirou a realização de terem respondido corretamente, gerando insatisfação. Por fim, destacamos também a sugestão de criar elementos coloridos, como o tabuleiro e as cartas. O design foi apontado como melhoria por outros 4 alunos, mas sem especificar a relação com cores. Essas sugestões corroboram com o dado analisado através da média, no qual o item 1 (“o design do jogo é atraente”) recebeu a menor média dentre os itens avaliados.

De forma geral, foi possível perceber que os alunos reconheceram o jogo “O sentido da vida” como ferramenta motivadora, que oferece uma boa experiência e auxilia na aprendizagem por tratar assuntos relacionados à Biologia de forma diferenciada e divertida, estimular a colaboração entre pares e auxiliar a relembrar conteúdos já estudados anteriormente.

Atendendo às principais sugestões dos alunos, consideramos como ponto a ser aprimorado a criação de elementos coloridos no jogo de forma a atrair mais a atenção dos participantes, estimulando o interesse e a curiosidade. Ademais, consideramos também a elaboração de alternativas de respostas para as perguntas consideradas de nível difícil, atendendo à sugestão que apresentou mais menções no questionário, e a modificação da regra da ficha, que ainda será repensada pelos pesquisadores para a próxima versão do jogo.

Assim como no jogo “Baralho da reprodução”, consideramos que a análise das médias, frequências, comentários e questões subjetivas, forneceram informações que permitiram concluir que o jogo “O sentido da vida” foi bem avaliado pelos alunos nos critérios motivação, experiência do usuário e aprendizagem. Ambos os jogos apresentam potencial para serem utilizados como ferramentas que estimulam a aprendizagem de forma divertida, dinâmica e incentiva a colaboração em equipe.

Diante do exposto, consideramos uma alternativa viável e interessante a utilização dos jogos didáticos produzidos como recursos que podem auxiliar no processo de aprendizagem, corroborando com Miranda (2002) e Oliveira e colaboradores (2016), que apontam que a utilização dos jogos tem sido amplamente descrita de forma positiva por contribuir para o desenvolvimento cognitivo (desenvolvimento da inteligência e da personalidade), estimular a

socialização (simulação de vida em grupo), afeição (desenvolvimento da sensibilidade, estima e atuação no sentido de estreitar laços de amizade) e motivação (envolvimento de ação, do desafio e mobilização da curiosidade), além de proporcionar a participação ativa dos alunos e estimular a construção autônoma do conhecimento, auxiliando no acesso ao conhecimento científico de forma mais dinâmica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou a produção de dois jogos didáticos que abordam conteúdos relativos a Biociências para o Ensino Médio da Educação Básica. O jogo “Baralho da reprodução” aborda conteúdos sobre Biologia reprodutiva, enquanto o jogo “O sentido da vida” aborda temas relacionados à Ecologia, Evolução e Genética.

A motivação para o presente estudo foi a produção de ferramentas que possam auxiliar no preenchimento de lacunas deixadas no conteúdo ensinado pelo método tradicional e sejam capazes de permitir que os discentes participem de forma lúdica no processo de aprendizagem, além de favorecer a socialização através do trabalho em equipe.

Baseados nos conhecimentos da Neuroeducação e nas análises dos resultados das aplicações dos jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida”, acreditamos que os jogos didáticos podem contribuir no processo de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Os dados obtidos indicam que os jogos produzidos foram bem avaliados por seu público-alvo nos subcomponentes a que foram submetidos (motivação, experiência do usuário e aprendizagem), apresentando desempenhos satisfatórios nas análises estatísticas de validação.

A motivação no contexto educacional favorece o engajamento voluntário em continuar a aprender mais sobre determinado assunto, sendo um fator importante no processo de aprendizagem. O educando tem um melhor aprendizado quando está motivado e o brincar dilata essa motivação. Através dos questionários, foi possível verificar que as dimensões pertencentes ao subcomponente motivação foram bem avaliados, a saber: atenção, relevância, confiança e satisfação. Dessa forma, é possível considerar que os jogos produzidos podem ser utilizados como ferramentas motivadoras no contexto educacional.

Com relação ao subcomponente experiência do usuário, foi verificado que os jogos didáticos produzidos proporcionaram uma boa experiência aos discentes. A análise dos questionários permitiu observar que os jogos proporcionaram imersão (envolvimento no jogo), interação social (envolvimento com outras pessoas), competência (combinação de habilidades do jogador e sentimentos positivos de eficiência) e diversão.

Os resultados da avaliação dos jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida” sugerem que eles podem ser utilizados como ferramentas no processo ensino-aprendizagem, auxiliando os discentes do Ensino Médio na revisão e fixação de conteúdos relacionados à Biologia Reprodutiva, Ecologia, Evolução e Genética de forma dinâmica, prazerosa e eficiente. Os jogos também podem ser utilizados como ferramentas avaliativas, como sugerido pelos próprios discentes.

Ademais, o jogo ganha espaço como ferramenta auxiliar na aprendizagem por permitir que os alunos participem de forma mais ativa na construção autônoma de conhecimentos. Vale ressaltar que, ao direcionar o foco para o aluno, não há secundarização do professor. O educador continua apresentando papel significativo no processo de aprendizagem, atuando como um mediador e orientador e se comprometendo em auxiliar a construção do pensamento crítico do aluno. Estamos nos referindo a alcançar uma prática pedagógica libertadora, reflexiva, emancipadora e transformadora.

Por suas potencialidades, acreditamos que a utilização de jogos didáticos merece mais espaço na prática pedagógica dos professores e que a utilização desse recurso estimula a aprendizagem interacionista, construtivista e significativa. Com os jogos “Baralho da reprodução” e “O sentido da vida” acreditamos contribuir para o desenvolvimento e construção de conhecimentos dos discentes e ainda, sensibilizar os professores sobre a importância dos recursos lúdicos, motivando a elaboração e utilização de novos jogos didáticos.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: Biologia dos organismos. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009. p. 1-504.

AMARAL, J. H. do. **A educação no “século do cérebro”**: análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência. 2016. 126 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ANDRADE, E. S. **Psicologia da Educação**: Coleção formando educadores. 1. ed. [S.l.]: Nupre, 2009.

ANTUNES, C. **Jogos para estimulação das múltiplas inteligências**. 20. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. p. 1-312.

ARANTES, V. A. **Humor e alegria na Educação**. 1. ed. São Paulo: Summus, 2006. p. 1-192.

BARROS, M. G. F. B. **Utilização de um Jogo didático como Ferramenta Facilitadora na Abordagem de Temas Relacionados à Educação Sexual**. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Santo Antônio de Pádua-RJ, 2019.

BARROS, M. G. F. B.; MIRANDA, J. C.; COSTA, R. C. Uso de jogos didáticos no processo ensino-aprendizagem. **Educação pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 23, p. 1-3, out./2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/23/uso-de-jogos-didaticos-no-processo-ensino-aprendizagem>. Acesso em: 25 abr. 2021.

BECKER, F. **A epistemologia do professor**: o cotidiano da escola. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 1993. p. 1-344.

_____. O que é construtivismo?. **Ideias**, São Paulo, n. 20, p. 87-93, jan./1994. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4659022/mod_resource/content/0/2016-05-20_Becker-fich.pdf. Acesso em: jun. 2021.

_____. Paulo Freire e Jean Piaget: Teoria e prática. **Schème**, Marília, v. 9, n. Especial, p. 7-47, jul./2017. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf>. Acesso em: 30 de jan. 2022.

BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. da C. A teoria de Jean Piaget como princípio para o desenvolvimento das inovações. **Educação**, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 242-248, ago./2016. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2016.2.21804>. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-25822016000200242&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 03 de mar. 2021.

BRANDÃO, C. R. **O que é educação**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1981. p. 1-59.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 12 de ago. 2022.

BROCKINGTON, G. **Neurociência e educação**: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRUHNS, H. T. **A dinâmica lúdica**. 1989. 132 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia da Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, jan./2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2021.

CAMPOS, R.; MENEZES, M. da C. V. de A.; ARAÚJO, M. Ensinar Genética e Evolução por meio de jogos didáticos: superando concepções alternativas de professores de ciências em formação. **Genética da Escola**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 24-37, jan./2018.

CARNEIRO, K. T. **Por uma memória do jogo**: a presença do jogo na infância de octogenários e nonagenários. 2015. 260 f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

CARVALHO, F. A. H. de. Neurociências e Educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, jan./2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-77462010000300012>.

CASTRO, S. A. B. **O resgate da ludicidade**: a importância das brincadeiras, do brinquedo e do jogo no desenvolvimento biopsicosocial das crianças. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?view=18162>. Acesso em 17 de ago. 2121.

CAVALCANTE, G. A educação sofística (constantemente referida por Platão). **Filosofia e Educação**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 110-130, mar./2017. DOI: 10.20396/rfe.v9i1.8648475. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rfe/article/view/8648475>. Acesso em: 4 mar. 2022.

CÓRIA-SABINI, M. A.; LUCENA, R. F. D. **Jogos e Brincadeiras na Educação Infantil**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2004. p. 1-94.

CRICK, N. Rhetoric and Dewey's Experimental Pedagogy. *In*: JACKSON, B.; CLARCK, G. (Org.). **Trained Capacities: John Dewey, Rhetoric, and Democratic Practice**. University of South Carolina: Columbia, 2004. p. 177-193.

DALBOSCO, C. A. Educação e formas de conhecimento: do inatismo antigo (Platão) e da educação natural moderna (Rosseau). **Educação**, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 268-276, ago./2012. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/11640>. Acesso em: 03 mar. 2022.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?. **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó. v. 6, n. 3, p. 161-174, jul./2014. DOI: <http://doi.org/10.22277/rgo.v6i3.1386>.

DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: Emoção, razão e o cérebro humano**. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012. p. 1-264.

DOWBOR, L. Educação e desenvolvimento local. *In*: MAFRA, J.; et al (Org). **Globalização, Educação e Movimentos Sociais: 40 anos da Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Editora Esfera, 2009. p. 23-24. Disponível em: http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/handle/7891/3083?locale-attribute=pt_BR. Acesso em: 06 set. 2020.

DURKHEIM, Émile. **Educação e Sociologia**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 1-120.

FARIA, A. R. de. **O desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget**. 3. ed. São Paulo: Ática, 1995. p. 1-114.

FERREIRA, H. da. S; GONÇALVES, T O; LAMEIRÃO, S. V. de O. C. Aproximações entre Neurociências e Educação: uma revisão sistemática. **Revista Exitus**, Santarém, v. 9, n. 3, p. 636-662, set./2019.

FISCHER, K. W. Mind, Brain and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. **International Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals, Inc**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 3-16, mar./2009.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. p. 1-112.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. p. 1-275.

GÁMEZ, E. H. C. On the Core Elements of the Experience of Playing Video Games. 2009. 208 f. Tese (Doutorado) – UCL Interaction Centre Department of Computer Science, London, 2009.

GARCEZ, E. S. C. **Jogos e atividades lúdicas em ensino de química: um estudo estado da arte.** 2014. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GOSWAMI, U. Neuroscience and education: from research to practice?. **Nature Reviews Neuroscience**, [S.l.], v. 7, n. 5, p. 406-413, abr./2006.

GRANDO, R. C. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática.** 1995. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1995.

GUIMARÃES, A. I.; SILVA, C. A. S. da. A neurociência do lúdico na aprendizagem. **Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 121-130, mar./jun. 2017.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: O jogo como elemento de cultura.** 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005. p. 1-307.

IZQUIERDO, I. Memórias. **Estudos Avançados**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 89-112, ago./1989. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/8522>. Acesso em: 19 jul. 2022.

_____. **Memória.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018. p. 1-220.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na Escola. **Educação**, Recife, v. 2, n. 2, p. 191-208, dez./2002.

KAMII, C.; DEVRIES, R. **Jogos em grupo na Educação infantil: implicações da teoria de Piaget.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 1-385.

KHAN, S. **Um mundo, uma escola: a educação reinventada.** 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013. p. 1-272.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação.** 12. ed. São Paulo: Cortez, 1997. p. 13-40.

LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios?: Conceitos fundamentais de Neurociência.** 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010. p. 1-786.

LIBÂNEO, J. C. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. **Educar**, Curitiba, v. 17, p. 153-176, jun./2001.

_____. **Pedagogia e pedagogos, para quê?**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 1-208.

LIMA, J. M. de. **O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008. p. 1-157.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**: volume único. 1. ed. São Paulo: Ática, 2007. p. 1-552.

LINS, M. J. S. C. Contribuições da teoria de Piaget para a educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 11-29, dez./2005.

LISBOA, F. **“O cérebro vai à escola”**: um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. 2014. 166 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós- Graduação em Saúde Coletiva) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**: volume único. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. p. 1-784.

MATTHEWS, M. R. Constructivism and Science Education: Some Epistemological Problems. **Journal of Science Education and Technology**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 359-370, mar./1993.

MIRANDA, S. de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 168, p. 64-66, fev./2002.

MORA, F. **Continuum**: Como funciona o cérebro?. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 1-200.

_____. **Neuroeducación**: solo se puede aprender aquello que se ama. 1. ed. Madrid: Alianza Editorial, 2013. p. 1-224.

MORAES, M. C.; TORRE, S. D. L. **Sentipensar**: fundamentos e estratégias para reencantar a educação. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 1-200.

MOURA, F.; CAREGNATO, C. Um diálogo entre epistemologia, educação e pedagogia teatral. **OuvirOUver**, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 482-496, dez./2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/ouvirouver/article/view/41614>. Acesso em: 9 mar. 2022.

NEGRINE, A. Concepção do jogo em Vygotsky: uma perspectiva psicopedagógica. **Movimento**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 6-23, ago./2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/view/2183>. Acesso em: 14 set. 2022.

NIEMANN, F. de A.; BRANSOLI, F. **Jean Piaget**: um aporte teórico para o construtivismo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa e da Matemática. IX ANPESUL Seminário de pesquisa em educação da Região Sul. 2012.

OCDE. **Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência do aprendizado.** São Paulo: Senac, 2003.

OLIVEIRA, N. C. de.; SERAFIM, N. T.; TEIXEIRA, M. R.; FALONE, S. Z. A produção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: contribuições e perspectivas. **Ciclo Revista**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 1-6, set./2016. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/ciclo/article/view/239>. Acesso em: 15 jun. 2021.

PEREIRA, T. I.; SARTORI, J. Educação, diálogo e prática da liberdade em Paulo Freire: revisitando a pedagogia do oprimido. **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 27, n. 3, p. 643-664, dez./2021.

PIAGET, J. **Construção do real na criança.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978. p. 1-392.

_____. **Para onde vai a educação?** 22. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2010. p. 1-128.

PIAZZI, P. **Ensinando Inteligência: manual de instrução do cérebro de seu aluno.** 1. ed. São Paulo: Aleph, 2011. p. 1-197. (Coleção Neuropedagogia, 3).

_____. **Estimulando Inteligência: manual de instrução do cérebro de seu filho.** 1. ed. São Paulo: Aleph, 2008. p. 1-176. (Coleção Neuropedagogia, 2).

PICKERSGILL, M. The social life of the brain: Neuroscience in society. **Current Sociology**, [S.l.], v. 61, n. 3, p. 322-340, mar./2013.

PIRES, M. F. de C. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação, Botucatu**, n. 2, fev. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1590/51414-32831998000100010>.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 1-296.

PROSDOCIMI, F. **O que é a ciência: a ciência sob um exame de consciência.** 1. ed. Rio de Janeiro: ArtecomCiência, 2020. p. 1-162.

RATEY, J. J. **O cérebro: um guia para o usuário.** 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. p. 1-438.

RIPPER, A. V. Significação e mediação por signo e instrumento. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 25-30, abr./1993. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1993000100005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 13 jul. 2022.

ROSE, N.; ABI-RACHED, J. **Neuro: the new brain sciences and the management of the mind**. Princeton: Princeton University Press, 2013. p. 1-335.

ROSE, S. **O cérebro no século XXI: como entender, manipular e desenvolver a mente**. 1. ed. São Paulo: Globo, 2006. p. 1-371.

_____. The need for a critical Neuroideology to neurotechnology. *In*: CHOUDHURY, S.; SLABY, J. (Org.). **Critical Neuroscience: a handbook of the social and cultural contexts of Neuroscience**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. p. 53-66.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. D. S. **Transtornos da aprendizagem: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 1-512.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; JUNQUEIRA, A. M. R. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: O construtivismo em questão. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 5-31, fev./2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/rir/article/view/32621>. Acesso em: 9 jul. 2022.

SANTOS, F. M. T. dos. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 173-187, dez./2007.

SANTOS, F. M. T. dos; MORTIMER, E. F. **Investigando as Interações afetivas nas Salas de Aula de Química**. *In*: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 21.; 1998, Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1998.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. V.; ULBRICHT, V.; VANZIN, T. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **Renote**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-12, dez./2010. DOI: 10.22456/1679-1916.18043. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/18043>. Acesso em: 11 jan. 2019.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. V.; BORGATTO, A. F. **A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering**. *In* 25th Brazilian Symposium on Software Engineering. p. 194-203. DOI: 10.1109/SBES.2011.27. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221252125_A_Model_for_the_Evaluation_of_Educational_Games_for_Teaching_Software_Engineering. Acesso em: 11 jan. 2019.

SCHÖNARDIE, P. A. O processo Educativo na Perspectiva histórico-cultural. **Contexto e Educação**, [S.l.], v. 29, n. 93, p. 4-21, ago./2014. DOI 10.21527/2179-1309.2014.93.4-21.

SHORE, R. **Repensando o cérebro: novas visões sobre o desenvolvimento inicial do cérebro**. 1. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2000. p. 1-158.

SILVA, T.; CUNHA, M. V. A metáfora fundamental da Sofística. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 46, n. 4, p. 1-21, fev./2022.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 5-13, abr./2017.

SOFFNER, R. K. Didática e epistemologia da Educação Básica brasileira: críticas e propostas. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 11, n. 2, p. 91-106, ago./2018.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1-7, mar./2004. DOI 10.22456/1679-1916.13719.

TEZANI, T. C. R. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1-2, p. 1-16, mai./2006.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **Mind, brain and education science**: A comprehensive guide to the new brain-based teaching. 1. ed. [S.l.]: W.W. Norton & Company, 2011. p. 1-438.

_____. **The new science of teaching and learning**: Using the best of mind, brain and education science in the classroom. 1. ed. [S.l.]: College Press, 2010. p. 1-208.

TORRES, H. de C.; HORTALE, V. A.; SCHALL, V. Experiência com jogos em grupos operativos na educação para a saúde para diabéticos. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1039-1047, ago./2003.

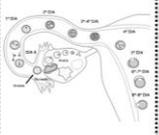
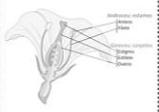
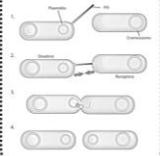
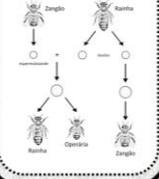
TORRES, J. R.; CARRIL, L. de F. B. Formação docente crítica em torno das questões de raça, etnia, gênero e sexualidade à luz da concepção de educação libertadora de Paulo Freire. **Educar em Revista**, [S.l.], v. 37, p. 1-23, mai./2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/75679>. Acesso em: 27 abr. 2022.

VALLE, B. M. C. **O lúdico e o afeto no ambiente escolar - contribuições da neurociência no processo de aprendizagem**. 2019. 53 f. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Neurociência Pedagógica) – Universidade Cândido Mendes, Niterói, 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. p. 5-90.

_____. **Psicologia pedagógica**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010. p. 1-576.

APÊNDICE A: Cartas do jogo “Baralho da reprodução”

FORMA ASSEXUADA	FORMA SEXUADA	TIPO BIPARTIÇÃO	TIPO PARTENOGENESE	TIPO NEOTENIA	TIPO FECUNDAÇÃO INTERNA
TIPO BROTAMENTO	TIPO FRAGMENTAÇÃO	TIPO ESPORULAÇÃO	TIPO FECUNDAÇÃO EXTERNA	TIPO AUTOFECUNDAÇÃO	TIPO CONJUGAÇÃO
CARACTERÍSTICA OCORRE VARIABILIDADE GENÉTICA	CARACTERÍSTICA SEM VARIABILIDADE GENÉTICA	CARACTERÍSTICA BAIXO GASTO ENERGÉTICO	IMAGEM 	IMAGEM 	IMAGEM 
CARACTERÍSTICA ALTO GASTO ENERGÉTICO	CARACTERÍSTICA PRESENÇA DE GAMETAS	CARACTERÍSTICA AUSENCIA DE GAMETAS	IMAGEM 	IMAGEM 	IMAGEM 
IMAGEM 	IMAGEM 	IMAGEM 			
IMAGEM 	CARACTERÍSTICA PROCESSO LENTO	CARACTERÍSTICA PROCESSO RÁPIDO			

APÊNDICE B: Manual de instruções do jogo “Baralho da reprodução”

Manual de instruções

Baralho da reprodução

Autores
Juliana Nunes
Francisco Prosdócimi

Objetivo
Relacionar as cartas do baralho de acordo com o tipo de reprodução e suas características da seguinte forma:
1 carta tipo, 1 carta forma, 1 carta imagem, 2 cartas característica.

Componentes
Baralho com 52 cartas.

Número de participantes
Dois a cinco grupos com dois ou três jogadores, de acordo com o tamanho da turma.

Regras gerais

- Embalar as cartas sem mostrar o conteúdo aos jogadores.
- Cada grupo receberá 5 cartas de forma aleatória.
- As cartas restantes serão empilhadas formando o monte com o conteúdo voltado para baixo.
- A ordem da partida será definida pelos jogadores através da sorte (ex: “zerinho ou um”).
- O primeiro grupo deverá pegar uma carta do monte e descartar uma carta, mantendo 5 cartas em posse.
- O próximo grupo deve pegar uma carta do monte ou a última carta descartada pelo grupo anterior, devendo também descartar uma carta e assim sucessivamente.
- Ganha a partida o primeiro grupo a relacionar corretamente todas as suas cartas.
- As correlações entre os tipos de reprodução e suas características podem ser consultadas na próxima página ao final da partida.

Confira as respostas!

Tipo	Forma	Imagem	Característica
Bipartição	Asexuada		Sem variabilidade genética, baixo gasto energético, sem gametas, processo rápido
Brotamento	Asexuada		Sem variabilidade genética, baixo gasto energético, sem gametas, processo rápido
Fragmentação	Asexuada		Sem variabilidade genética, baixo gasto energético, sem gametas, processo rápido
Esporulação	Asexuada		Sem variabilidade genética, baixo gasto energético, sem gametas, processo rápido
Partenogênese	Asexuada		Sem variabilidade genética, baixo gasto energético, com gametas, processo rápido
Fecundação interna	Sexuada		com variabilidade genética, alto gasto energético, com gametas, processo lento
Fecundação externa	Sexuada		Com variabilidade genética, alto gasto energético, com gametas, processo lento
Autofecundação	Sexuada		Sem variabilidade genética, alto gasto energético, com gametas, processo lento
Conjugação	Sexuada		Com variabilidade genética, sem gametas
Neotenia	Sexuada		Com variabilidade genética, alto gasto energético, com gametas, processo lento

Bom aprendizado e boa diversão! :-)

APÊNDICE C: Cartas Perguntas do jogo “O sentido da vida”

<p>Qual o fator evolutivo envolvido quando ocorre uma mudança aleatória da frequência de alelos gênicos presentes em uma população?</p> <p>R: Deriva genética.</p>	<p>Analise a seguinte frase: Para sobreviver, as aves aquáticas como os flamingos esticavam suas pernas para não molhar seu corpo. Com o uso contínuo, as pernas se alongavam e essa característica adquirida era passada aos descendentes. Esse pensamento corresponde a qual teoria evolucionista?</p> <p>R: Lamarckismo.</p>	<p>Uma população em equilíbrio de Hardy-Weinberg apresenta 16% de indivíduos homocigotos recessivos (q^2). Qual a porcentagem equivalente aos indivíduos heterocigotos? Lembre-se: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.</p> <p>R: 48%.</p>	<p>A acondroplasia é uma herança genética autossômica dominante com gene letal. Um casal de indivíduos com acondroplasia pode gerar um filho sem essa anomalia?</p> <p>R: Sim, sendo ambos heterocigotos (Aa). Cada indivíduo pode doar um alelo recessivo (a) para seu filho através dos gametas.</p>
<p>Suponha que a pelagem de alguns cachorros seja determinada por um par de alelos com dominância completa. O alelo B é responsável pela cor preta e o alelo b pela cor branca. Em um cruzamento de cães homocigotos recessivos com heterocigotos, qual a probabilidade de se obter filhotes de cor preta?</p> <p>R: 50%.</p>	<p>Quais são os dois principais fatores que determinam o fenótipo de um indivíduo segundo a genética clássica?</p> <p>R: Genótipo e meio ambiente.</p>	<p>No cruzamento de plantas verdes, normais, é possível o aparecimento de descendentes albinos. Embora plantas albinas morram antes de produzirem sementes, a característica que determina o albinismo não desaparece da população. Por quê?</p> <p>R: Existência de plantas verdes heterocigotas no cruzamento responsável pela albino.</p>	<p>O que aconteceria com a população de presas se todos os seus predadores fossem eliminados do meio em que vivem?</p> <p>R: Indubitavelmente haveria aumento na população gerando competição por recursos e posteriormente uma queda no nº de indivíduos.</p>
<p>Apesar de golfinhos e tubarões apresentarem formas corporais similares, esses animais não possuem ancestrais comuns próximos. Por eles apresentarem o mesmo habitat, a seleção natural atuou de forma semelhante nesses organismos ao longo dos anos. Qual o nome dado a esse fenômeno?</p> <p>R: Convergência adaptativa.</p>	<p>Dois grupos de mudas obtidas a partir de um mesmo clone de plantas verdes foram colocados em ambientes diferentes: um claro e outro escuro. Depois de alguns dias, as plantas que ficaram no escuro estavam estioladas. Essa característica se deve a uma mudança no genótipo, no fenótipo ou em ambos?</p> <p>R: Apenas no fenótipo.</p>	<p>Analise a seguinte frase: Darwin acreditava que os organismos sofriam mutações e estas eram selecionadas pelo ambiente que viviam. Essa informação não está correta. Onde está o erro?</p> <p>R: O conceito de mutação ainda não existia quando Darwin elaborou suas teorias.</p>	<p>Para que uma mutação seja passada adiante para os descendentes é necessário que essa alteração ocorra em que tipo de células do organismo?</p> <p>R: Células germinativas (origem gametas).</p>
<p>O cruzamento entre plantas maravilha de flores vermelhas com plantas de flores brancas gera descendentes com flores rosa. Qual o nome desse tipo de herança genética?</p> <p>R: Dominância incompleta ou herança intermediária.</p>	<p>A radiação UV proveniente do Sol ocasionou uma mutação em células da pele de um indivíduo. Os descendentes desse indivíduo herdarão a mutação?</p> <p>R: Não.</p>	<p>O mexilhão-dourado foi introduzido em diferentes ambientes através da água de lastro de navios de forma acidental. O animal representa uma ameaça aos ecossistemas aquáticos e vem causando entupimento em tubulações de usinas hidrelétricas. A que impacto ambiental esse trecho se refere?</p> <p>R: Introdução de espécie exótica invasora.</p>	<p>O aquecimento global é responsável por mudanças climáticas que levam ao desequilíbrio na população de diversas espécies terrestres e aquáticas. Explique de que forma o ser humano contribui para o aquecimento global.</p> <p>R: Aumento da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, pecuária extensiva.</p>
<p>Dê um exemplo de fator que gera variabilidade genética.</p> <p>R: Mutação, crossing-over (permutação) no rearranjo independente dos cromossomos dos gametas.</p>	<p>Dê um exemplo de fator que pode alterar a frequência de alelos em uma população.</p> <p>R: Seleção natural, deriva genética ou migração.</p>	<p>Explique como a variabilidade genética favorece a manutenção de uma espécie no seu ecossistema.</p> <p>R: Os indivíduos com características desfavoráveis são eliminados, mas os que apresentam características vantajosas sobrevivem (seleção natural).</p>	<p>Uma das principais matérias-primas da sociedade contemporânea é o petróleo. Contudo, sabe-se que esse precursor é responsável por diversos problemas ambientais, como a maré negra. Cite uma consequência da maré negra para os seres que habitam a região afetada.</p> <p>R: Morte de algas pela queda na taxa fotossintética, morte de seres aeróbicos por asfixia, aderência de petróleo aos peixes e penas de aves, prejudicando a termorregulação.</p>

<p>Quando Mendel realizou seu trabalho com o cruzamento de ervilhas, ele selecionou apenas linhagens puras no cruzamento parental. O que é uma linhagem pura?</p> <p>R: Quando os indivíduos se cruzam há autocondição e não há variação nas características das gerações.</p>	<p>A primeira lei de Mendel também é conhecida como lei da segregação dos fatores. Qual a ideia proposta por Mendel ao sugerir esse nome para a 1ª lei?</p> <p>R: Os fatores (alelos) se segregam durante a formação dos gametas.</p>	<p>As espécies exóticas podem levar à perda da biodiversidade por eliminarem as espécies nativas. Por que as espécies exóticas costumam sair vitoriosas nessa competição?</p> <p>R: Elas não possuem predadores naturais no novo habitat levando ao aumento de sua população, podem levar paradas ocasionando eliminação das espécies nativas.</p>	<p>Algumas substâncias como metais pesados e pesticidas podem ficar acumulados na cadeia alimentar quando despejados em corpos d'água por não serem biodegradáveis. A qual processo essa descrição se refere? Cite duas dessas substâncias não biodegradáveis.</p> <p>R: Migração trófica. Duas entre as seguintes: Mercúrio, DDT, ovinos, dioxinas, cádmio.</p>
<p>O código genético é considerado degenerado. Qual a relação dessa característica com as mutações?</p> <p>R: Em alguns casos, concentra-se mais de um códon relacionado a um mesmo aminoácido, reduzindo as chances de uma mutação afetar a produção da proteína.</p>	<p>Existem várias evidências que comprovam o parentesco entre os seres vivos através do processo evolutivo. Diga duas evidências da evolução.</p> <p>R: Fósseis, órgãos homólogos, órgãos vestigiais, similaridade no desenvolvimento embrionário e compartilhamento de genes.</p>	<p>O que diz a Lei do uso e desuso?</p> <p>R: Quando mais um organismo utiliza uma estrutura, ela atrofia e perde sua função. Quando um organismo deixa de usar uma estrutura, mais esta se desenvolve.</p>	<p>Cite um tipo de relação ecológica harmônica intraespecífica e dê um exemplo de seres vivos que a realize.</p> <p>R: Relações harmônicas intraespecíficas: sociedade. Ex.: Abelhas, formigas, cupins, seres humanos. Colônia. Ex.: Corais, caravela portuguesa, bactérias.</p>
<p>Explique o conceito de seleção natural.</p> <p>R: O meio ambiente seleciona os indivíduos mais aptos às condições encontradas naquele local.</p>	<p>Considere um gene com dois alelos: A e a. Se em uma população a frequência do alelo A é de 35%, qual será a frequência do alelo a?</p> <p>R: 65%.</p>	<p>O surgimento de um rio separou uma população de formigas impedindo o fluxo gênico entre elas. É possível que ao longo do tempo ocorra a formação de novas espécies. Que tipo de especiação poderá ocorrer?</p> <p>R: Especiação allopátrica.</p>	<p>O canibalismo é classificado como qual tipo de relação ecológica?</p> <p>R: Relação desarmônica intraespecífica.</p>
<p>Um organismo sofreu uma mutação que ocasionou a modificação em um de seus genes. O gene original formava o códon UCG e após a mutação passou a formar o códon UCA. Essa mutação é silenciosa ou expressa?</p> <p>R: Silenciosa.</p>	<p>Dê exemplo de uma barreira geográfica que pode levar à especiação allopátrica.</p> <p>R: Surgimento de um rio, deriva continental, formação de montanhas, fragmentação, barreiras, desertificação.</p>	<p>Um organismo sofreu uma mutação que ocasionou a modificação em um de seus genes. O gene original formava o códon CAU e após a mutação passou a formar o códon UAU. Essa mutação é silenciosa ou expressa?</p> <p>R: Expressa.</p>	<p>O que diz o princípio da exclusão competitiva proposto por Gause?</p> <p>R: Duas ou mais espécies que competem pelo mesmo recurso (prezaram o mesmo nicho) não podem coexistir no mesmo habitat.</p>
<p>Cite e explique um tipo de relação harmônica interespecífica que seja benéfica para todos os envolvidos.</p> <p>R: Mutualismo: Troca mútua de benefícios. Protocooperação: Troca mútua de benefícios sem interdependência.</p>	<p>De que forma as relações ecológicas desarmônicas podem beneficiar uma população que teve integrantes eliminados?</p> <p>R: Elas controlam o tamanho populacional mantendo o equilíbrio ecológico dos organismos através da seleção natural.</p>	<p>Uma das principais presas dos leões na savana africana é a zebra. Na população dos leões, normalmente as leões caçam em grupo enquanto o leão defende seu bando de outros grupos de leões. Nessa descrição, temos dois tipos de relações ecológicas principais. Quais são elas?</p> <p>R: Predatismo (predação) e sociedade.</p>	<p>O amensalismo é um tipo de relação ecológica que se caracteriza pela produção de uma substância por um organismo que inibe a proliferação de organismos de outra espécie. Dê um exemplo de amensalismo.</p> <p>R: Produção de antibióticos por fungos, algas da maré vermelha, eucalipto.</p>

<p>A competição intraespecífica é um exemplo de relação desarmônica. Por que ela é considerada desvantajosa mesmo que um indivíduo ganhe a competição?</p> <p>R: Porque os indivíduos gastam tempo e energia que poderiam ser aproveitados e podem sofrer frrimentos.</p>	<p>Cite três situações que podem gerar competição entre indivíduos da mesma espécie.</p> <p>R: Competição por territórios, alimentos, parceiros sexuais, luz, água.</p>	<p>O efeito estufa é prejudicial para os seres vivos? Explique.</p> <p>R: Não, é um fenômeno natural que mantém a Terra em temperaturas compatíveis com a vida.</p>	<p>Cite dois compostos químicos que provocam agravamento do efeito estufa e uma forma de geração desses compostos.</p> <p>R: Compostos: CO₂, CH₄, óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄). Geração: queima de combustíveis fósseis, decomposição da matéria orgânica e por ruminantes.</p>
<p>O fenômeno da maré vermelha é um exemplo de qual tipo de relação ecológica?</p> <p>R: Relação desarmônica interespecífica / amensalismo.</p>	<p>Diferente do que em geral se pensa, a aranha viúva negra não mata seu parceiro. Na realidade, o macho morre por quebra do aparelho genital após uma retirada brusca do órgão. Assim, a fêmea apenas se aproveita do cadáver após a cópula para repor as energias. A que tipo de relação ecológica o texto se refere?</p> <p>R: Canibalismo.</p>	<p>A atmosfera possui uma região denominada camada de ozônio responsável pela filtração da radiação UV-B e UV-C, as quais são nocivas aos seres vivos. Cite um composto liberado pelos seres humanos que contribui para a destruição dessa camada.</p> <p>R: Possíveis respostas: CFC, Tetrácloro de carbono (CCl₄), brometo de metila.</p>	<p>Explique como as fábricas contribuem para a formação da chuva ácida.</p> <p>R: Devem mais na liberação de gases (óxido de enxofre) que se combinam ao vapor d'água na atmosfera.</p>
<p>Cite três destinos para o lixo existentes no Brasil.</p> <p>R: reciclagem, aterro sanitário, compostagem, incineração.</p>	<p>Existem plantas parasitas que se aproveitam de recursos produzidos por outras plantas. Algumas são consideradas hemiparasitas enquanto outras são holoparasitas. Qual a diferença entre esses tipos de parasitismo?</p> <p>R: A hemipararita se aproveita da seiva bruta da hospedeira enquanto a holoparasita se aproveita da seiva elaborada da hospedeira matando-a.</p>	<p>Um dos grandes problemas que os donos de cachorro enfrentam é a infestação dos seus animais por carrapatos e pulgas. Qual relação ecológica está presente nessa situação?</p> <p>R: Invererno.</p>	<p>Em qual estação do ano é comum sentirmos os efeitos da inversão térmica?</p> <p>R: Inverno.</p>
<p>Qual a ação inicial que desencadeia o processo de eutrofização?</p> <p>R: Despejo de matéria orgânica (exoto / adubo / nutrientes) em corpos hídricos.</p>	<p>Cite duas consequências que o desmatamento irresponsável pode gerar.</p> <p>R: Aquecimento global; assoreamento de cursos d'água; erosão; deslizamentos; dimorfismo; extinção de espécies.</p>	<p>O que é a evolução no ponto de vista biológico?</p> <p>R: Processo de transformações/modificações de organismos ao longo do tempo.</p>	<p>Uma mulher grávida descobre, ao realizar um exame, que o filho que está esperando possui um cromossomo extra no par número 21. Qual síndrome essa criança irá apresentar?</p> <p>R: Síndrome de Down.</p>
<p>Diferencie estruturas homólogas de estruturas análogas.</p> <p>R: Estruturas homólogas são compartilhadas entre espécies diferentes por elas apresentarem um ancestral comum. As estruturas análogas são geradas quando os organismos passam por pressões evolutivas semelhantes.</p>	<p>Segundo o evolucionismo, é correto afirmar que os humanos vieram dos macacos? Justifique.</p> <p>R: Não, humanos e macacos têm ancestral comum que apresentam linhas evolutivas distintas.</p>	<p>A Teoria Sintética da Evolução é baseada em cinco mecanismos evolutivos básicos. Diga três deles.</p> <p>R: Mutação, recombinação gênica, seleção natural, deriva genética e migração.</p>	<p>O daltonismo é uma herança genética recessiva ligada ao cromossomo X que afeta a percepção de algumas cores. E comum encontramos mais homens daltônicos do que mulheres. Por quê?</p> <p>R: Por ser XY, basta o homem apresentar um alelo recessivo dessa característica para ser daltônico, enquanto a mulher, por ser XX, precisa ter os dois alelos recessivos.</p>

APÊNDICE D: Cartas *Evento surpresa* do jogo “O sentido da vida”

<p>O Ministério do Meio Ambiente intensificou a proteção do ecossistema em que você vive.</p> <p>Avance duas casas</p>	<p>Uma espécie competidora à sua está passando por um declínio populacional reduzindo a competição.</p> <p>Avance uma casa</p>	<p>Uma tribo indígena considera sua espécie sagrada ajudando a protegê-la.</p> <p>Avance três casas</p>	<p>Uma guerra entre seres humanos foi iniciada e uma bomba caiu no seu habitat levando a uma queda drástica da população.</p> <p>Volte ao início</p>
<p>Houve um aumento na produtividade do ecossistema em que sua população está inserida: é a primavera chegando!</p> <p>Avance uma casa</p>	<p>Uma espécie exótica foi inserida no seu ambiente provocando competição interespecífica.</p> <p>Volte uma casa</p>	<p>Houve uma modificação ambiental que gerou um novo refúgio oferecendo proteção contra intempéries.</p> <p>Avance uma casa</p>	<p>Um indivíduo da sua espécie nasceu com uma mutação benéfica que foi passada adiante através da reprodução.</p> <p>Avance três casas</p>
<p>Houve uma seca que reduziu o nível do rio que fornece água para sua espécie.</p> <p>Volte uma casa</p>	<p>Ocorreu uma glaciação que levou sua espécie próxima à extinção.</p> <p>Volte cinco casas</p>	<p>Alguns pesquisadores se interessaram em estudar sua espécie ajudando a conservá-la.</p> <p>Avance três casas</p>	<p>Houve um aumento de parasitas e alguns indivíduos da sua população morreram.</p> <p>Volte duas casas</p>
<p>Um pesticida lançado por fazendeiros atingiu o rio do qual sua espécie utiliza a água.</p> <p>Volte uma casa</p>	<p>Uma indústria química ilegal foi instalada no seu habitat contaminando o ar da região.</p> <p>Volte duas casas</p>	<p>Um grupo de seres humanos começou a colonizar uma região próxima de onde seu grupo vive causando danos ambientais.</p> <p>Volte duas casas</p>	<p>Houve um <i>boom</i> populacional levando a uma competição intraespecífica por recursos.</p> <p>Volte uma casa</p>
<p>Houve uma grande disponibilidade de recursos no ambiente em que sua população vive.</p> <p>Avance duas casas</p>	<p>Uma chuva muito forte alagou uma região e matou alguns indivíduos da sua espécie.</p> <p>Volte uma casa</p>	<p>A erupção de um vulcão levou à morte de alguns organismos da sua espécie e do seu alimento.</p> <p>Volte duas casas</p>	<p>Sua população migrou para uma região onde a camuflagem é mais eficiente.</p> <p>Avance uma casa</p>

Uma fêmea da sua espécie migrou pro seu habitat trazendo em seu genótipo alelos que determinam características favoráveis à sobrevivência.

Avance duas casas

Uma barragem construída de forma irregular se rompeu levando à morte de vários organismos e destruindo o ecossistema.

Volte três casas

Chegou a época das chuvas e, logo após, houve um aumento na disponibilidade de alimento.

Avance uma casa

Houve um *boom* populacional levando a uma competição intraespecífica por recursos.

Volte uma casa

Um grupo de pesquisadores iniciou o controle de espécies exóticas invasoras no seu ecossistema.

Avance duas casas

A criação de uma nova lei proíbe a caça de indivíduos da sua população.

Avance duas casas

Uma ONG ambiental se dedica à preservação do ecossistema que sua população vive.

Avance uma casa

Seu habitat agora faz parte de uma área de proteção ambiental.

Avance cinco casas

Uma queimada natural levou alguns indivíduos da sua espécie à morte.

Volte uma casa

Uma espécie com nicho ecológico semelhante ao de seu grupo está migrando pra outro habitat.

Avance uma casa

APÊNDICE E: Manual de instruções do jogo “O sentido da vida”



O Sentido da Vida

Manual de Instruções

Objetivo
Começando no terminal 5', alcançar o fim do tabuleiro (terminal 3') que indica a sobrevivência da espécie.

Componentes
Tabuleiro, dado numérico, ampulheta de ~1,5 minuto, ficha, pinos em formato de animais coloridos, 60 cartas de *Perguntas* com ilustração de nucleotídeos, 30 cartas de *Evento Surpresa* com ilustração de um ponto de exclamação.

Escolha dos animais
Cada jogador será representado por um pino colorido em forma de animal com o qual irá caminhar pelo tabuleiro. Cada jogador irá jogar o dado numérico para escolher qual organismo irá representar e a ordem de quem começa jogando. O jogador que tirar o maior número será o primeiro a jogar e terá o direito de escolher o primeiro animal. O jogador que tirar o segundo maior número escolherá dentre os animais restantes e será o segundo a jogar; e assim por diante, até que todos os jogadores estejam vinculados a um animal e uma ordem de jogo esteja estabelecida. Em caso de empate no número ao jogar o dado, o mesmo deverá ser jogado novamente até que haja um desempate.

Regras gerais
Em cada rodada, cada jogador ou grupo irá jogar o dado e caminhar com seu animal. Quando os animais estiverem sobre as casas vazias, nada acontece. Caso contrário, siga as instruções:

	Nucleotídeo: Indica que o jogador pegará uma carta da pilha <i>Perguntas</i> e terá o tempo de uma ampulheta para respondê-la. Quando o jogador errar a pergunta, passa a vez para o próximo jogador. Se acertar, ele joga a ficha. Caso caia na cor Verde, ele terá direito a rolar o dado mais uma vez e seguir jogando. Se a ficha cair com a cor Vermelha para cima, a vez passa para o próximo jogador.
	Mutação deletéria: Indica que o animal sofreu uma mutação deletéria levando-o a condições precárias de saúde. O jogador deverá voltar à casa do laboratório anterior mais próxima para tratamento.
	Casa do laboratório: Indica o recinto de recuperação de um organismo que sofreu uma mutação deletéria. O jogador ficará uma rodada sem jogar para garantir sua total recuperação. Quando o jogador cair nessa casa através do lançamento do dado, nada acontece.
	Evento surpresa: Indica que algum evento ocorreu favorecendo ou desfavorecendo as condições ecológicas ou políticas. Eventos favoráveis permitem que o jogador avance casas enquanto eventos desfavoráveis fazem com que retorne. A quantidade de casas está indicada na carta.
	Salto evolutivo: indica que um nicho vago foi ocupado pela espécie ou uma mudança ambiental favoreceu de sobremaneira a evolução do animal representado pelo jogador. Avance 12 casas!
	Mitocôndria: indica que o animal se deparou com uma situação que resultou em um excesso de alimentos e energia. Avance 2 casas.

Bom aprendizado e boa diversão!! :-)

Juliana Nunes
Francisco Prosdociimi

APÊNDICE F: Questionário de avaliação do jogo “Baralho da reprodução”

Questionário de avaliação do jogo *Baralho da reprodução*

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar este jogo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Juliana Nunes
Nome do pesquisador

nunesiu21@gmail.com
e-mail

Discordo Fortemente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Fortemente
1	2	3	4	5

Por favor, dê uma nota de 1 a 5 de acordo com o quanto você discorda (1) ou concorda (5) com cada afirmação.

Afirmações	Sua avaliação (1 a 5)	Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente.		
Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção.		
Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.		
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.		
Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.		
O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.		
O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.		
Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.		
Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.		
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.		
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.		

Me senti estimulado a aprender com o jogo.		
O jogo me manteve estimulado a continuar utilizando-o.		
Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.		
Senti que estava colaborando com outros colegas.		
A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.		
Eu jogaria este jogo novamente		
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.		
Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.		
Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.		
Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.		

O que você conhecia sobre Biologia reprodutiva antes do jogo?

Cite 3 pontos fortes do jogo.

Por favor, dê três sugestões de melhorias para o jogo.

APÊNDICE G: Questionário de avaliação do jogo “O sentido da vida”

Questionário de avaliação do jogo *O sentido da vida*

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar este jogo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Juliana Nunes
Nome do pesquisador

nunesiu21@gmail.com
e-mail

Discordo Fortemente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Fortemente
1	2	3	4	5

Por favor, dê uma nota de 1 a 5 de acordo com o quanto você discorda (1) ou concorda (5) com cada afirmação.

Afirmações	Sua avaliação (1 a 5)	Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente.		
Houve algo interessante no início do jogo que me chamou atenção.		
Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.		
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.		
Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.		
O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.		
O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.		
Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.		
Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.		
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.		
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.		

Me senti estimulado a aprender com o jogo.		
O jogo me manteve estimulado a continuar utilizando-o.		
Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.		
Senti que estava colaborando com outros colegas.		
A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.		
Eu jogaria este jogo novamente		
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.		
Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.		
Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.		
Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.		

O que você conhecia sobre Genética, Ecologia e Evolução antes do jogo?

Cite 3 pontos fortes do jogo.

Por favor, dê três sugestões de melhorias para o jogo.

APÊNDICE H: Termo de assentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ) TERMO DE ASSENTIMENTO

Título do Estudo: “Ensino de Biologia através de Jogos Educativos”

Equipe do Projeto: Juliana Mayra Nunes Farias, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM)/UFRJ; Francisco Prosdocimi, professor do Programa no IBqM/UFRJ.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Francisco Prosdocimi de Castro Santos

Instituição Responsável pela Realização do Estudo: IBqM/UFRJ

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Ensino de Biologia através de Jogos Educativos”. O convite à sua participação se justifica pelo fato de você ser aluno(a) de ensino médio do Colégio Pensi Tijuca 1. Neste estudo pretendemos investigar a influência dos jogos educativos em despertar o interesse dos alunos no processo de aprendizagem.

Acreditamos, com base na leitura de pesquisas no ramo do ensino em ciências, que além dos jogos serem ferramentas capazes de atrair a atenção do aluno, o ato de jogar desperta sentimentos e emoções que são importantes para a aprendizagem. Dessa forma, almejamos verificar se os estímulos emocionais gerados através da participação de jogos podem oferecer uma melhora efetiva na aprendizagem e na relação entre professores e alunos.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: você participará da aplicação de dois jogos: “O sentido da vida”, jogo de tabuleiro que apresenta conceitos de ecologia, genética e evolução; “Baralho da Reprodução”, jogo de cartas que apresenta conceitos de biologia reprodutiva. Todas as ações serão gravadas em áudio e vídeo para posterior análise. A aplicação dos jogos ocorrerá em dias diferentes de acordo com o cronograma da disciplina de Biologia.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um registro de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

A participação neste estudo não lhe oferece benefícios imediatos e/ou aparentes. De forma mais ampla, este estudo poderá aprofundar a discussão sobre a relação entre metodologias lúdicas e as metodologias convencionalmente aplicadas em salas de aula com o aumento do interesse dos alunos pelos conteúdos abordados.

Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler etc. A participação pode gerar

constrangimento ou desconforto ao se expor durante a realização das atividades e pode ocorrer perda de anonimato. A fim de minimizar os riscos, o pesquisador estará atento a sinais verbais e não verbais de desconforto e guardará sigilo dos dados coletados para evitar a perda do anonimato. Você tem assegurado o direito à indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Se isso acontecer, tal fato será comunicado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ. O CEP é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem com uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema. Os dados para entrar em contato com o CEP encontram-se ao final deste documento.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Todas as páginas deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador.

Li e concordo em participar da pesquisa.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 20____.

Nome e assinatura do participante

Nome e assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ

R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255

Cidade Universitária/Ilha do Fundão – 7º andar, Ala E – pelo telefone: (21) 3938-2480, de segunda à sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br.

Pesquisador responsável: prof. Dr. Francisco Prosdocimi de Castro Santos

Telefone: (21) 3938-6759

E-mail: prosdocimi@bioqmed.ufrj.br

APÊNDICE I: Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)
REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RCLE)
(PARTICIPANTES: alunos de Ensino Médio da Educação Básica)

Título do Estudo: “Ensino de Biologia através de Jogos Educativos”

Equipe do Projeto: Juliana Mayra Nunes Farias, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (MP-EGeD) do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis (IBqM)/UFRJ; Francisco Prosdócimi, professor do Programa no IBqM/UFRJ.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Francisco Prosdócimi de Castro Santos

Instituição Responsável pela Realização do Estudo: IBqM/UFRJ

Prezado(a) Responsável,

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: “Ensino de Biologia através de Jogos Educativos”. O convite à participação se justifica pelo fato dele(a) ser aluno(a) de ensino médio do Colégio Pensi Tijuca 1. Neste estudo, pretendemos investigar a influência dos jogos educativos em despertar o interesse dos alunos no processo de aprendizagem. Acreditamos, com base na leitura de pesquisas no ramo do ensino em ciências, que além dos jogos serem ferramentas capazes de atrair a atenção do aluno, o ato de jogar desperta sentimentos e emoções que são importantes para a aprendizagem. Dessa forma, almejamos verificar se os estímulos emocionais gerados através da participação de jogos podem oferecer uma melhora efetiva na aprendizagem e na relação entre professores e alunos.

Procedimentos do Estudo:

Para participar deste estudo, seu filho(a) deverá participar da aplicação de dois jogos: “O sentido da vida”, jogo de tabuleiro que apresenta conceitos de ecologia, genética e evolução; “Baralho da Reprodução”, jogo de cartas que apresenta conceitos de biologia reprodutiva. Todas as ações serão gravadas em áudio e vídeo para posterior análise. A aplicação dos jogos ocorrerá em dias diferentes de acordo com o cronograma da disciplina de Biologia.

Benefícios/Riscos/Responsabilidades:

A participação neste estudo não oferece a seu filho(a) benefícios imediatos e/ou aparentes. De forma mais ampla, este estudo poderá aprofundar a discussão sobre a relação entre metodologias lúdicas e as metodologias convencionalmente aplicadas em salas de aula com o aumento do interesse dos alunos pelos conteúdos abordados. Quanto aos riscos à sua saúde física, mental ou emocional associados à participação, o pesquisador responsável avalia que são mínimos. A participação pode gerar constrangimento ou desconforto ao se expor durante a realização das atividades e pode ocorrer perda do anonimato. A fim de minimizar os riscos, o pesquisador estará atento a sinais verbais e não verbais de desconforto e guardará sigilo dos dados coletados para evitar a perda do anonimato. De acordo com a **Resolução 510/16**, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta as especificidades das pesquisas com humanos que se utilizam de metodologias em ciências humanas e sociais no Brasil, “a definição e a gradação do risco resultam da apreciação dos seus procedimentos metodológicos e do seu potencial de causar danos maiores ao participante do que os existentes na vida cotidiana...”. Caso o(a) participante se sinta de alguma forma prejudicado(a) pela participação nessa pesquisa, por favor, manifeste-se ao pesquisador responsável no tel. (21) 3938-6759 ou no e-mail: prosdocimi@bioqmed.ufrj.br. Você terá garantido o seu direito a buscar indenização por danos decorrentes da pesquisa (Resolução CNS nº 466 de 2012, itens IV.3 e V.7; e Código Civil, Lei 10.406 de 2002, artigos 927 a 954, Capítulos I, “Da Obrigação de Indenizar”, e II, “Da Indenização”, Título IX, “Da Responsabilidade Civil”).

Custos/Reembolso:

Seu filho(a) não terá nenhum gasto e não receberá pagamento com a participação no estudo.

Caráter Confidencial dos Registros:

O interesse desse estudo é investigar possíveis modificações na motivação no processo de aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de biociências através da utilização de recursos lúdicos. Comentários individuais serão utilizados somente com esse objetivo. Além disso, todo o material produzido será divulgado apenas para fins acadêmicos e relacionados com os objetivos desta pesquisa. Os resultados deste estudo poderão ser apresentados em reuniões acadêmicas, como congressos e conferências e/ou artigos de pesquisa ou de divulgação científica publicados em revistas acadêmicas. Os resultados

assim divulgados manterão o anonimato dos participantes. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão arquivados durante 5 (cinco) anos.

Divulgação dos Resultados e Acesso:

Todos os participantes desta pesquisa terão o direito de conhecer os resultados finais (ou parciais) do projeto.

Participação:

Sendo um convidado para este estudo, a participação de seu filho(a) é muito importante e voluntária. Dessa forma, a interrupção de sua participação pode ser também voluntária, a qualquer momento que desejar, da mesma forma que pode ser recomendada pelos membros da equipe do projeto, caso alguma conduta antiética seja identificada na condução das atividades. Se isso acontecer, tal fato será comunicado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ. O CEP é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem com uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, portanto, você pode contatar o CEP-HUCFF, R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255, Cidade Universitária/Ilha do Fundão – 7º andar, Ala E, ou pelo telefone (21) 3938-2480 (segunda à sexta-feira das 8 às 16 horas) ou pelo e-mail cep@hucff.ufrj.br.

Finalmente, destacamos que, segundo a **Resolução CNS 510/16**, em seu artigo Art. 9º, **são seus os seguintes direitos:** **I** - ser informado sobre a pesquisa; **II** - desistir a qualquer momento de participar da pesquisa, sem qualquer prejuízo; **III** - ter sua privacidade respeitada; **IV** – ter garantida a confidencialidade das informações pessoais; **V** – decidir se sua identidade será divulgada e quais são, dentre as informações que forneceu, as que podem ser tratadas de forma pública; **VI** – ser indenizado pelo dano decorrente da pesquisa, nos termos da Lei; e **VII** – o ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa”.

Declaração de Consentimento:

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Todas as páginas deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador.

Li e concordo em permitir a participação do meu filho(a) na pesquisa.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 20_____.

Nome e assinatura do pai/responsável legal pelo menor

Nome e assinatura do pesquisador