



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

LUDMILA FRATUCCI BAILONI

CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL COM
CONTRIBUIÇÃO DA NEUROCIÊNCIA

Londrina
2024

LUDMILA FRATUCCI BAILONI

**CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL COM
CONTRIBUIÇÃO DA NEUROCIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Camargo Filho

Londrina
2024

B138c Bailoni, Ludmila Fratucci
Criatividade no contexto educacional com contribuição da
neurociência / Ludmila Fratucci Bailoni. – Londrina, 2024.
124 f.

Orientador: Paulo Sérgio de Camargo Filho.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação
Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, 2024.
Inclui Bibliografia.

1. Criatividade. 2. Educação. 3. Neurociência. I. Camargo
Filho, Paulo Sérgio de. II. Universidade Estadual de Londrina.
III. Título.

CDD 370.118

Bibliotecária responsável Graziela Cervelin CRB9/1834

LUDMILA FRATUCCI BAILONI

**CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL COM
CONTRIBUIÇÃO DA NEUROCIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Camargo Filho
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Profa. Dra. Anelise Franciosi
Centro Universitário Filadélfia - UniFil

Prof. Dr. Leandro Henrique Magalhães
Centro Universitário Filadélfia - UniFil

Londrina, 22 de março de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da vida, pela oportunidade de realizar este trabalho e ter pessoas maravilhosas comigo. O Senhor faz mais e melhor do que podemos imaginar.

Agradeço ao meu marido Eduardo Pavinato pelo incentivo ao ingresso no Mestrado, à inspiração para me desenvolver ao longo da vida e pelo amor diário.

Ao querido Giovani Pavinato que ajudou esta step mom a chegar até aqui. Você é brilhante!.

Agradeço ao meu filho Aron, 11 anos, pela curiosidade que apresenta para desbravar a vida, pela compreensão ao meu “estado de fluxo” e por ter pesquisado comigo no mapeamento do VosViewer via Zotero, com temas de seu interesse.

Agradeço à minha filha Letícia, 7 anos, por me ensinar todos os dias a amar, a viver com alegria e a ser uma pessoa melhor.

Aos meus pais Deolindo Tarciso Bailoni e Rosa Maria Frattucci Bailoni por me amarem incondicionalmente e por me ajudarem a cuidar do meu bem mais precioso... Seus netos!

À minha irmã Sibila Frattucci Bailoni e Rafaela Honorato pelo Amor incondicional e orações.

Ao querido Titio Maurício Frattucci a nos inspirar a realizar o melhor, sempre!

Agradeço ao meu orientador Paulo Sérgio de Camargo Filho por sugerir sonhos e demonstrar com o seu exemplo de vida que é possível realizá-los.

Ao amigo Leandro da UniFil pela boa caminhada, com serenidade e propósito.

À amiga Graziela Cervelin pela leveza, boa amizade e entusiasmo.

Às pessoas que fazem o *stricto sensu* PECEM da UEL nota 7. Vocês são fantásticos!

Agradeço aos meus amigos do Grupo de Pesquisa *STEM Education (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*, pois tenho desbravado um mundo interessante com vocês.

Agradeço ao Reitor da UniFil e Diretor Geral do Colégio Londrinense, Dr. Eleazar Ferreira, por me oportunizar trabalho com propósito, pela inspiração de décadas e pelo incentivo a aprender ao longo da vida.

“Muitas vezes, quando as pessoas estão criando algo novo, elas acabam ocupando um espaço entre a sanidade e a insanidade. ”

Kari Stefansson

BAILONI, Ludmila Fratucci. **Criatividade no contexto educacional com contribuição da neurociência**. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

A criatividade é uma habilidade inerente a todos os seres humanos, variando em graus de expressão e aptidão, e que pode ser cultivada ao longo de toda a vida. Seus determinantes são multifacetados, abrangendo fatores familiares, sociais, culturais e emocionais. No contexto educacional, o professor desempenha um papel crucial na promoção do pensamento criativo entre os alunos, chamado de "mini-c creativity", que pode se desenvolver internamente na mente do estudante ou ser concretizado por meio da criação ou compartilhamento de ideias. A cultura maker, que encoraja a criação e a experimentação, também desempenha um papel importante nesse contexto. Quando o pensamento criativo permanece no âmbito subjetivo ou se manifesta como uma solução singular, está-se diante de um ato criativo. Contudo, quando essa criatividade é disseminada para um público mais amplo, está-se diante de um processo de inovação. É importante notar que nem todas as ideias criativas são necessariamente viáveis para a implementação. Além disso, um ambiente de aprendizado desempenha um papel significativo no estímulo à criatividade. Móveis flexíveis, materiais e a conexão entre o currículo e a vida dos alunos, levando em consideração seus interesses e habilidades, juntamente com um ambiente que promova a livre discussão e minimize o medo do erro, podem favorecer o desenvolvimento do *mini-c creativity*, que pode servir como precursor de formas mais amplas de criatividade, como o *Big C-creativity*. Historicamente, desafios e necessidades da vida cotidiana frequentemente têm sido impulsionadores do desenvolvimento da criatividade. Além disso, a pesquisa em neurociência oferece valiosos insights que podem ser aplicados efetivamente para enriquecer o desenvolvimento da criatividade. A compreensão da plasticidade cerebral, das redes neurais e das estratégias pedagógicas que estimulam o pensamento criativo são fundamentais nesse processo. Este estudo apresenta implicações práticas relevantes para educadores, formuladores de políticas educacionais e pesquisadores interessados em fomentar a criatividade no contexto educacional. Ele destaca a necessidade de uma abordagem interdisciplinar, que integre conhecimentos provenientes da neurociência, psicologia cognitiva e educação, a fim de criar ambientes de aprendizado propícios ao florescimento da criatividade. Em última análise, promover a criatividade entre os aprendizes é fundamental para prepará-los para os desafios do século XXI e para incentivá-los a se tornarem solucionadores de problemas e inovadores eficazes.

Palavras-chave: criatividade; educação; neurociência.

BAILONI, Ludmila Frattucci. **Creativity in the educational context with the contribution of neuroscience**. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

Creativity is an ability inherent to all human beings, varying in degrees of expression and aptitude, and which can be cultivated throughout life. Its determinants are multifaceted, encompassing family, social, cultural and emotional factors. In the educational context, the teacher plays a crucial role in promoting creative thinking among students, called "mini-c creativity", which can develop internally in the student's mind or be realized through the creation or sharing of ideas. Maker culture, which encourages creation and experimentation, also plays an important role in this context. When creative thinking remains in the subjective sphere or manifests itself as a singular solution, it is a creative act. However, when this creativity is disseminated to a wider audience, there is a process of innovation. It is important to note that not all creative ideas are necessarily viable for implementation. Furthermore, a learning environment plays a significant role in stimulating creativity. Flexible furniture, materials and the connection between the curriculum and students' lives, taking into account their interests and abilities, together with an environment that promotes free discussion and minimizes the fear of error, can favor the development of "mini-c creativity", which may serve as a precursor to broader forms of creativity, such as "Big C-creativity". Historically, challenges and needs of everyday life have often been drivers of the development of creativity. Furthermore, neuroscience research offers valuable insights that can be effectively applied to enrich the development of creativity. Understanding brain plasticity, neural networks and pedagogical strategies that stimulate creative thinking are fundamental in this process. This study presents relevant practical implications for educators, educational policy makers and researchers interested in fostering creativity in the educational context. He highlights the need for an interdisciplinary approach, which integrates knowledge from neuroscience, cognitive psychology and education, in order to create learning environments conducive to the flourishing of creativity. Ultimately, promoting creativity among learners is critical to preparing them for the challenges of the 21st century and encouraging them to become effective problem solvers and innovators.

Keywords: creativity; education; neuroscience.

BAILONI, Ludmila Frattucci. **Creatividad en el contexto educativo con el aporte de la neurociencia**. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMEN

La creatividad es una capacidad inherente a todos los seres humanos, que varía en grados de expresión y aptitud, y que puede cultivarse a lo largo de la vida. Sus determinantes son multifacéticos y abarcan factores familiares, sociales, culturales y emocionales. En el contexto educativo, el docente juega un papel crucial en la promoción del pensamiento creativo entre los estudiantes, llamado "creatividad mini-c", que puede desarrollarse internamente en la mente del estudiante o realizarse mediante la creación o el intercambio de ideas. La cultura maker, que fomenta la creación y la experimentación, también juega un papel importante en este contexto. Cuando el pensamiento creativo permanece en la esfera subjetiva o se manifiesta como una solución singular, es un acto creativo. Sin embargo, cuando esta creatividad se difunde a un público más amplio, se produce un proceso de innovación. Es importante señalar que no todas las ideas creativas son necesariamente viables para su implementación. Además, un entorno de aprendizaje desempeña un papel importante a la hora de estimular la creatividad. Mobiliario flexible, materiales y la conexión entre el currículo y la vida de los estudiantes, teniendo en cuenta sus intereses y habilidades, junto con un entorno que promueva la libre discusión y minimice el miedo al error, pueden favorecer el desarrollo de la "creatividad mini-c", que puede servir como precursor de formas más amplias de creatividad, como la "Gran C-creatividad". Históricamente, los desafíos y necesidades de la vida cotidiana han sido a menudo impulsores del desarrollo de la creatividad. Además, la investigación en neurociencia ofrece conocimientos valiosos que pueden aplicarse eficazmente para enriquecer el desarrollo de la creatividad. Comprender la plasticidad cerebral, las redes neuronales y las estrategias pedagógicas que estimulan el pensamiento creativo son fundamentales en este proceso. Este estudio presenta implicaciones prácticas relevantes para educadores, responsables de políticas educativas e investigadores interesados en fomentar la creatividad en el contexto educativo. Destaca la necesidad de un enfoque interdisciplinario, que integre conocimientos de la neurociencia, la psicología cognitiva y la educación, con el fin de crear entornos de aprendizaje propicios para el florecimiento de la creatividad. En última instancia, promover la creatividad entre los estudiantes es fundamental para prepararlos para los desafíos del siglo XXI y alentarlos a convertirse en innovadores y solucionadores de problemas eficaces.

Palabras clave: creatividad; educación; neurociencia.

LISTA DE SIGLAS

ACIL - Associação Comercial e Industrial de Londrina

APA - American Psychological Association

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

EEG - Eletroencefalograma

fMRI - Ressonância Magnética Funcional

IA - Inteligência Artificial

KAI - Kirton Adaption-Innovation Inventory

MEG - Magnetoencefalografia

NREM - No Rapid Eye Movement

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU - Organização das Nações Unidas

OPQ - Occupational Personality Questionnaire

PCI - Purdue Creativity Inventory

REM - Rapid Eye Movement

TTCT - Torrance Tests of Creative Thinking

STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematic

UEL - Universidade Estadual de Londrina

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UniFil - Centro Universitário Filadélfia

WKCT - Wallach-Kogan Creativity Tests

16PF - 16 Personalities Factors

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Top 10 habilidades de 2023	15
Figura 2 - As 10 principais habilidades em ascensão.....	16
Figura 3 - Maiores empregos em crescimento vs. empregos em declínio.....	17
Figura 4 - Mapa no VOSviewer da Base Scopus com as palavras-chave <i>creativity, Science Education and Neuroscience</i>	20
Figura 5 - Base Scopus na linha do Tempo do VOSviewer com as palavras- chave <i>creativity, science education and neuroscience</i>	21
Figura 6 - Escala de ênfases da base Scopus no VOSViewer com as palavras-chave: <i>creativity, science education and neuroscience</i>	22
Figura 7 - Escala de ênfases da Base Web of Science no VOSviewer com as palavras-chave: <i>creativity and education and neuroscience</i>	23
Figura 8 - Dimensões da Criatividade.....	32
Figura 9 - Componentes básicos de um neurônio	71
Figura 10 - Neurônios pré e pós-sinápticos, demonstrando a região de acoplamento onde ocorre a sinapse	72
Figura 11 - Sinapse	74
Figura 12 - Córtex sensorial e a relação com áreas do corpo	75
Figura 13 - Córtex somatossensorial e “homúnculo sensorial”	76
Figura 14 - Córtex pré-frontal	79
Figura 15 - (Esquerda) Vista lateral do cérebro humano com pontos de identificação (o córtex parietal posterior é colorido em verde); (Direita) o córtex parietal posterior é expandido e as localizações aproximadas de três sub-regiões marcadas são indicadas pelas elipses sombreadas correspondentes.....	80
Figura 16 - Córtex cingulado anterior. Corte sagital de ressonância magnética com realce indicando a localização do córtex cingulado anterior.....	81
Figura 17 - Representação de bem-estar gerado pela dopamina	82
Figura 18 - Dopamina.....	83
Figura 19 - Curva de variação de temperatura corporal ao longo das 24 horas do dia.....	91
Figura 20 - Oficina de Design Thinking no Programa de Educação Continuada da UniFil 2023	98
Figura 21 - Modelo para desenvolvimento da criatividade.....	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis e Tipos de criatividade.....	50
Quadro 2 - Quadro para Auxiliar Educadores a Desenvolver o Potencial Criativo de seus Educandos.....	112

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	METODOLOGIA.....	20
3	REFERENCIAIS TEÓRICOS	25
3.1	CRIATIVIDADE.....	25
3.1.1	Conceitos e definições de criatividade.....	26
3.1.2	Evolução histórica da pesquisa científica sobre criatividade	26
3.1.3	Influência familiar na criatividade.....	37
3.1.4	A influência da tecnologia e da inteligência artificial na criatividade	39
3.2	CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO	42
3.3	CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	44
3.3.1	Concepções de Criatividade na educação.....	46
3.3.2	<i>Mini-c creativity</i> de Kaufman e Beghetto.....	48
3.3.3	Criatividade e construcionismo	53
3.3.4	Ambiente de aprendizagem	55
3.3.5	Cultura maker	58
3.4	MENSURAÇÃO DA CRIATIVIDADE	61
3.5	NEUROCIÊNCIA	67
3.5.1	Evolução da pesquisa em neurociência.....	68
3.5.2	Neurônios e sinapses	71
3.5.3	Plasticidade cerebral	84
3.5.4	Redes neurais.....	86
3.5.5	Descanso e criatividade.....	88
3.6	NEUROCIÊNCIA E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA ESTIMULAR A CRIATIVIDADE	91
3.6.1	Aprendizagem Criativa.....	92
3.6.2	Estado de fluxo, mindfulness e autorregulação	93
3.6.3	Brainstorming, mapas mentais e design thinking.....	96
3.6.4	Exercícios estimuladores da criatividade	99
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	103

4.1	CRIATIVIDADE E SAÚDE MENTAL	103
4.2	APRENDIZAGEM CRIATIVA.....	105
4.3	VALIDAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA CONTEMPORÂNEA A ALGUMAS TEORIAS SOBRE CRIATIVIDADE.....	107
4.4	PROPOSTA DO QUADRO TEÓRICO PARA AUXILIAR EDUCADORES A DESENVOLVER O POTENCIAL CRIATIVO DE SEUS EDUCANDOS	111
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
	REFERÊNCIAS	117

APRESENTAÇÃO

Nasci em uma família onde a Educação sempre teve um papel fundamental devido ao trabalho incansável da minha mãe como professora. Meu pai presente e minha mãe dedicada a sua jornada com aulas em vários períodos e uma carga de trabalho que geralmente a acompanhava em casa, mas sempre amorosa conosco. Minha gratidão a minha amada irmã Sibila, primogênita e abençoada, que cuidou de mim durante as nossas infâncias, sou muito do que você me fez ser.

Com treze anos ingressei no mercado de trabalho, aos dezesseis eu almejava ter uma profissão que fosse relevante para o bem das pessoas, fui modelo, professora de manequim, bancária, policial e enfim, Educadora! Não me submeti ao teste do Torrance, mas tendo a considerar que minha trajetória seja um pouco “criativa”.

Formei-me economista pela Universidade Estadual de Londrina, trabalho com Educação há 12 anos na Reitoria da UniFil e na Direção Geral do Colégio Londrinense, e sinto alegria em trabalhar com pessoas com propósito e que admiro. Fiz MBA em Gestão Empresarial com Ênfase em Gestão Estratégica na Fundação Getúlio Vargas, Graduação em Serviços Jurídicos pela UniFil, MBA em Gestão de Projetos, Especialização em Inovação e Empreendedorismo, e Especialização em Metodologias Inovadoras de Ensino na UniFil e sou Pesquisadora *STEM*, nas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática, junto ao meu orientador Paulo. Como estudar é parte de mim, busquei o ingresso no Mestrado e trabalhei duro em busca de realizar este sonho.

Espero que esta pesquisa possa contribuir com a Educação e com o dia a dia das pessoas que estudarão este material, assim como mudou a minha vida.

1 INTRODUÇÃO

Em 2023, o mundo enfrenta desafios significativos, que incluem conflitos em cinco guerras, sendo as duas de maior destaque: Rússia e Ucrânia, e Israel e Hamas, e repercussões contínuas da pandemia de COVID-19. Essa conjuntura tem deixado marcas profundas na saúde psicológica e emocional das pessoas, evidenciando uma crescente fragilidade nesses aspectos. O ritmo de vida segue acelerado, impulsionado pelo constante avanço tecnológico e pelas múltiplas demandas do cotidiano.

As mudanças educacionais, que estavam previstas para acontecerem nas próximas décadas, foram aceleradas pelo impacto da pandemia. A transição para modelos educacionais de ensino online ou híbridos, que antes enfrentavam resistência e que certamente demorariam anos a fio para se consolidar em alguns segmentos, foram incorporados e tornaram-se solução que muitas vezes segue até hoje nas instituições de educação, permitindo maior acessibilidade e igualdade na oferta do ensino.

Nesse contexto desafiador, a sociedade global se encontra diante da necessidade premente de se adaptar e evoluir, buscando soluções criativas e colaborativas para enfrentar os obstáculos que se apresentam. É crucial que, além de lidar com as adversidades do momento, sejam promovidos cuidados com a saúde mental e emocional das pessoas, garantindo que todos possam trilhar o caminho da recuperação, reconstrução e cooperação.

Desta forma, como formar cidadãos criativos em um mundo em crescente transformação? Visto que a maioria das pessoas passam a maior parte de suas vidas, ao menos nos anos iniciais, em escolas e universidades, é objetivo da presente pesquisa compreender o que é criatividade, se ela é destinada a algumas poucas pessoas iluminadas ou se todos têm o potencial de serem criativos, como o contexto educacional pode favorecer o pensamento criativo e como as pesquisas científicas na área da neurociência podem contribuir para formar alunos criativos.

Figura 1 - Top 10 habilidades de 2023



Fonte: World Economic Forum

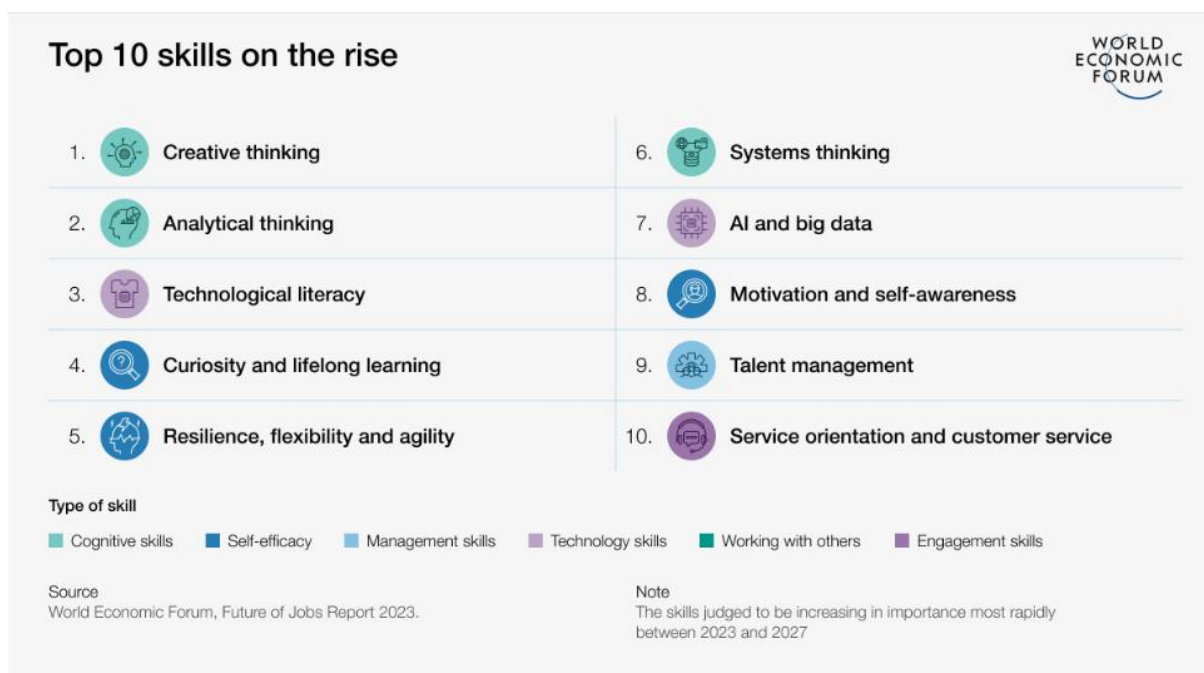
A educação é um elemento fundamental no desenvolvimento do potencial criativo e a ciência é responsável por explorar e compreender o mundo, e pode-se aproveitar a tecnologia científica para aprofundar o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro humano, as percepções e emoções. Alguns desafios certamente estão relacionados à complexidade do cérebro humano, as conexões neurais e sinapses, sob influência do estado emocional.

O cérebro humano abriga bilhões de neurônios, interligados em uma intrincada rede de conexões. A comunicação entre essas células nervosas ocorre por meio de substâncias químicas chamadas neurotransmissores, que desempenham o papel crucial na transmissão de sinais entre neurônios (Jung, 2013). Esse processo de transmissão ocorre em locais específicos de contato entre neurônios, conhecidos como sinapses. Eric Kandel, renomado por suas pesquisas, recebeu reconhecimento por demonstrar como a eficácia das sinapses pode ser modificada e por evidenciar o papel central das sinapses na aprendizagem e na memória.

Conduziu-se nesta dissertação uma pesquisa científica para conectar esses três domínios - criatividade, educação e neurociência - sob a perspectiva humana, social e tecnológica. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória sobre os três temas e suas conexões, e como consequência propôs-se um quadro teórico a fim de auxiliar professores, diretores, governantes e educadores em geral a cumprirem com êxito sua missão educacional de aprendizagem do aluno. Essa abordagem busca contribuir para o progresso educacional, econômico e social, ao mesmo tempo em que busca enriquecer a compreensão do funcionamento humano.

Saadia Zahidi, diretora administrativa do Fórum Econômico Mundial, enfatiza a existência de um caminho claro para fortalecer a resiliência das pessoas em um mundo em constante transformação. Ela destaca a importância de governos e empresas investirem em apoio à transição para empregos do futuro, por meio de iniciativas educacionais, programas de requalificação e estruturas de suporte social robustas. Segundo ela, essas medidas são fundamentais para garantir que os indivíduos permaneçam no centro do cenário do futuro do trabalho, para impulsionar o progresso econômico e a estabilidade geopolítica.

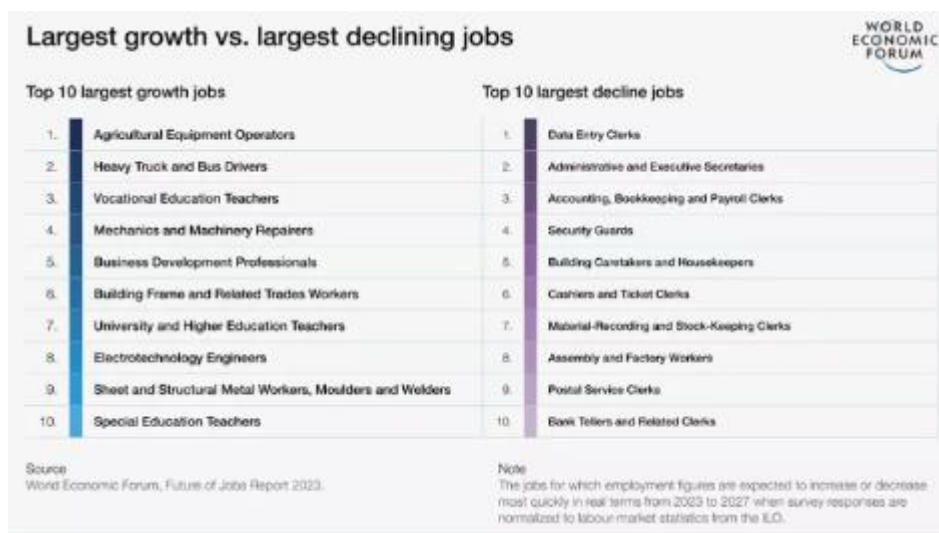
Figura 2 - As 10 principais habilidades em ascensão



Fonte: World Economic Forum

De acordo com o relatório "*The Future of Jobs 2023*", prevê-se que aproximadamente 23% dos empregos passarão por mudanças até 2027, com a criação de 69 milhões de novos empregos e a extinção de 83 milhões de empregos.

Figura 3 - Maiores empregos em crescimento vs. maiores empregos em declínio



Fonte: World Economic Forum

Cathy Davidson, autora do livro "*Now You See*", estima que cerca de dois terços dos alunos do ensino fundamental de hoje trabalharão em funções que ainda não foram concebidas. Embora a tecnologia continue a apresentar desafios e oportunidades para o mercado de trabalho, a maioria das empresas pesquisadas no "*The Future of Jobs 2023*" espera que a maioria das tecnologias tenha um impacto positivo na criação de empregos nos próximos cinco anos, e essa tendência exige uma qualificação ou requalificação focada nas habilidades humanas, que incluem o pensamento criativo.

O mesmo relatório também prevê um crescimento de cerca de 10% nos empregos do setor educacional, resultando em 3 milhões de empregos adicionais para professores de educação básica e professores do ensino superior. Portanto, é evidente a necessidade de uma constante formação e atualização dos professores, especialmente diante das mudanças geracionais, em particular com os nativos digitais. Nesse cenário, o papel do professor evolui de ser apenas uma fonte de conhecimento para se tornar um mediador, um facilitador, um inspirador, um orientador que desafia e incentiva seus alunos a aprenderem ao longo da vida. Isso inclui a contextualização do que será aprendido, estímulo à reflexão sobre si e ao

próximo, o pensamento crítico, a cooperação e o compartilhamento, e a conscientização sobre como contribuir para o bem da comunidade mundial.

Essa abordagem inclui desafios, trabalho em equipe multidisciplinar e interdisciplinar, e promove a construção de redes de significado e propósito na vida e nas relações. Ao mesmo tempo, a educação desempenha um papel fundamental na promoção da dignidade humana e na redução do sofrimento econômico e social, buscando capacitar os indivíduos a terem uma vida mais plena e significativa.

A empresa Indeed, uma subsidiária da Recruit Holdings, realizou uma pesquisa que revelou o seguinte fenômeno: embora a demanda por empregos em setores sociais, como saúde e educação, tenha crescido de forma mais acentuada durante a pandemia, essas vagas estão apresentando maiores desafios de preenchimento em comparação com outras áreas. Além disso, o relatório sugere que, em média, cerca de 44% das habilidades de um trabalhador individual precisarão de atualização.

Essa constatação destaca a crescente discrepância entre as habilidades dos trabalhadores e as demandas presentes e futuras das empresas. Diante desse cenário, recai sobre as instituições de ensino, empresas e o governo a responsabilidade de criar oportunidades significativas de aprendizado e requalificação, a fim de reduzir essa lacuna e garantir que os trabalhadores estejam preparados para os desafios do mercado de trabalho em constante evolução.

Habilidades cognitivas sólidas estão ganhando cada vez mais destaque no mercado de trabalho, refletindo a crescente importância da capacidade de solucionar problemas complexos no ambiente profissional, como apresentado nas figuras acima, o pensamento analítico e o pensamento criativo, e essa tendência deve se manter nos próximos cinco anos (*The Future of Jobs*, 2023). A competência em tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA), big data e programação, muitas vezes são referidas com o termo alfabetização.

A Educação também não se limita apenas ao conhecimento técnico e sólido das disciplinas, como era tradicionalmente percebida. Ela agora incorpora uma dimensão mais ampla, abraçando as habilidades interpessoais, os valores e os comportamentos que são considerados valiosos e essenciais na sociedade atual. Essas “habilidades macias” ou “*soft skills*”, como a criatividade, desempenham um papel fundamental em um mundo onde a complexidade das interações humanas e a resolução de problemas exigem uma abordagem mais holística e multifacetada da

Educação. Portanto, a herança educacional que os pais podem oferecer a seus filhos abrange tanto o conhecimento técnico quanto o desenvolvimento dessas habilidades e valores vitais.

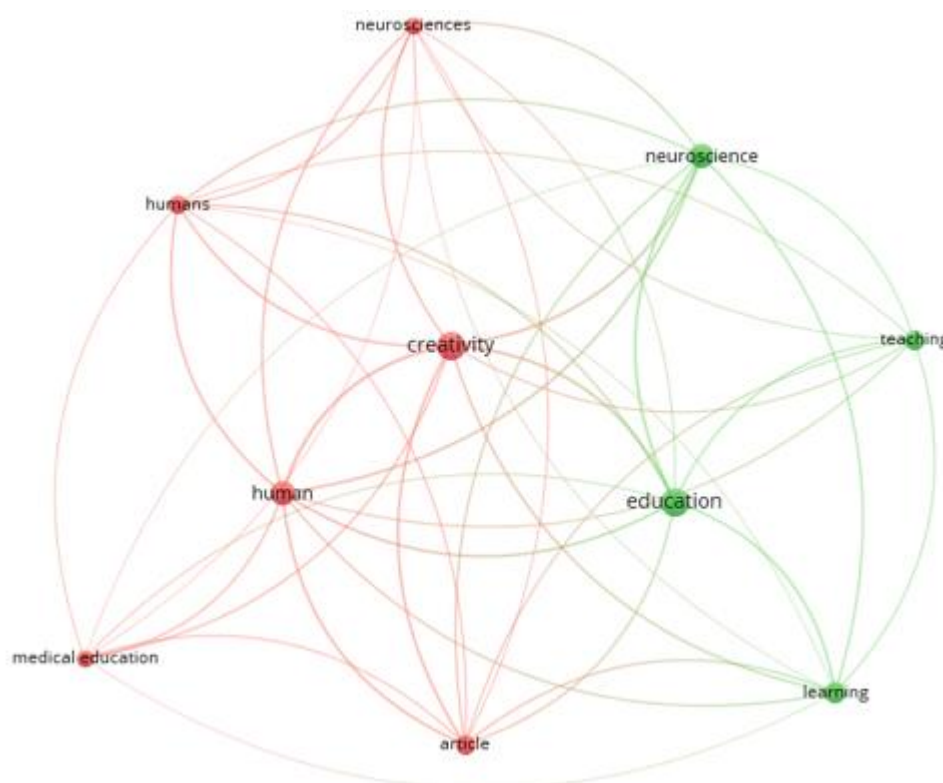
Uma razão para promover o cultivo da criatividade ao longo da vida é que a restrição do desenvolvimento do potencial criativo limita as oportunidades de realização plena e a expressão de diversos talentos (Alencar, 2007). Incentivar a criatividade abre caminho para a descoberta e o desenvolvimento de habilidades e talentos variados, permitindo que cada indivíduo alcance seu potencial máximo e contribua de maneira significativa para sua comunidade e além.

2 METODOLOGIA

Esta dissertação caracteriza-se como um trabalho teórico de nível exploratório, ou seja, buscou-se trazer familiaridade acerca do problema, torná-lo mais explícito e construir hipóteses (Gil, 2008; Gerhardt; Silveira, 2009).

Desta forma, acessou-se o site de periódicos da Capes, no espaço CAFE da Universidade Estadual de Londrina, e no acervo buscou-se a lista de base Scopus, que é uma base de dados multidisciplinar que oferece acesso a artigos de revistas acadêmicas, conferências e literatura científica relacionada à educação e neurociência. Inseriu-se as palavras-chave: *creativity AND Science education AND neuroscience* e foram encontrados 33 materiais, exportou-se os 33 trabalhos científicos para o Zotero, que é um software gerenciador de referências em software livre e de código aberto, e exportou-se para o VOSviewer, ferramenta interativa desenvolvida para análise de redes bibliométricas e mapas visuais. O VOSviewer permitiu explorar padrões de coocorrência de palavras-chave nos trabalhos científicos, autores e instituições, a fim de visualizar padrões de coocorrência de palavras-chave, conforme observa-se abaixo.

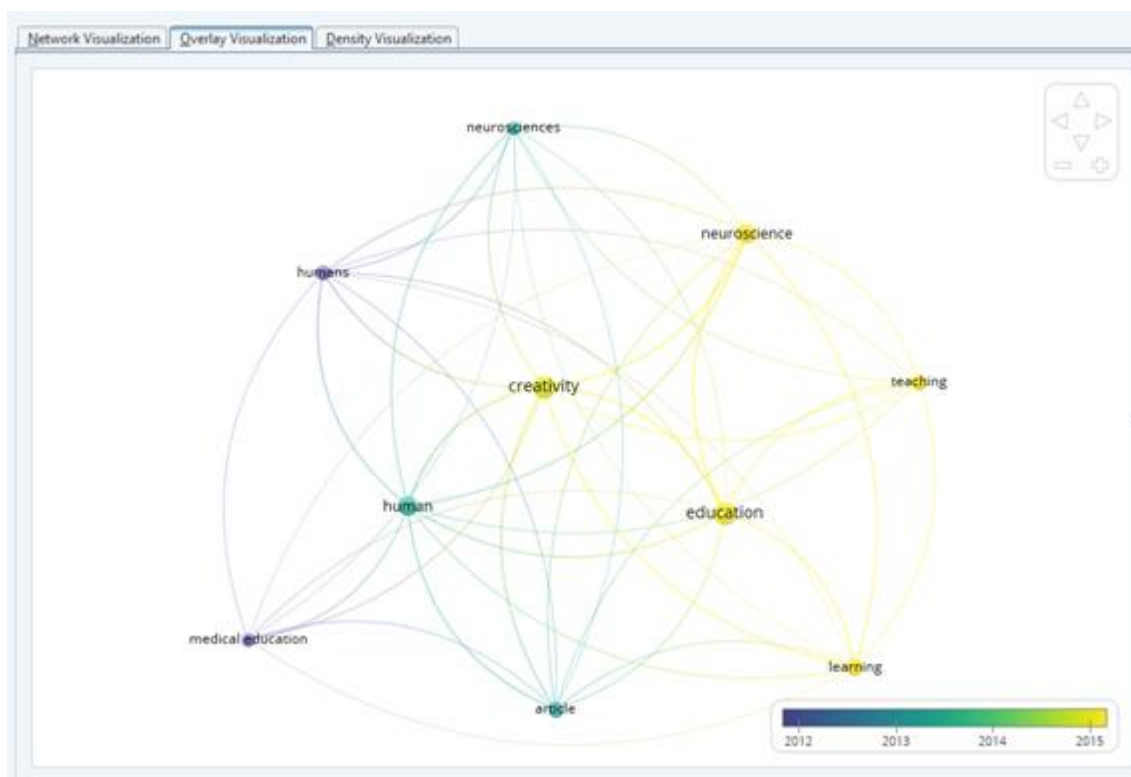
Figura 4 - Mapa no VOSviewer da Base Scopus com as palavras-chave *creativity, Science Education and Neuroscience*



Fonte: A autora (2023).

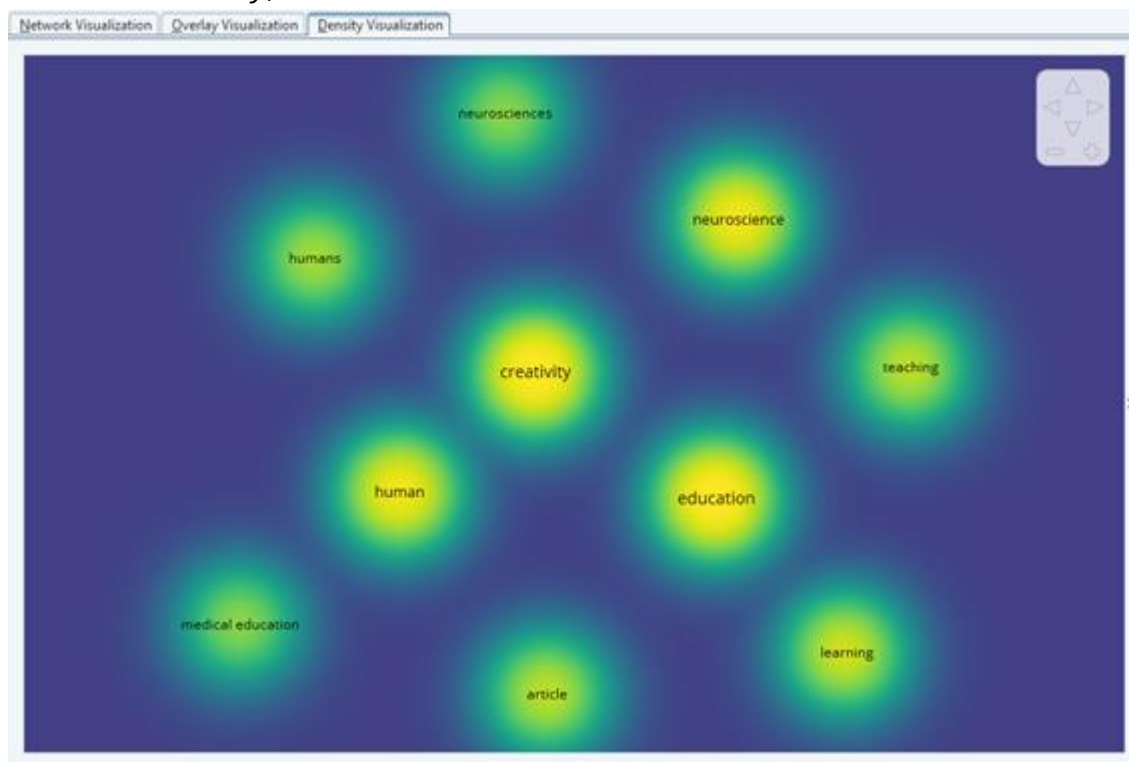
Assim, criou-se os mapas visuais que destacam as relações entre diferentes elementos, a fim de facilitar a compreensão dos padrões e tendências nos dados bibliométricos.

Figura 5 - Base Scopus na linha do Tempo do VOSviewer com as palavras-chave *creativity, science education and neuroscience*



Fonte: A autora (2023).

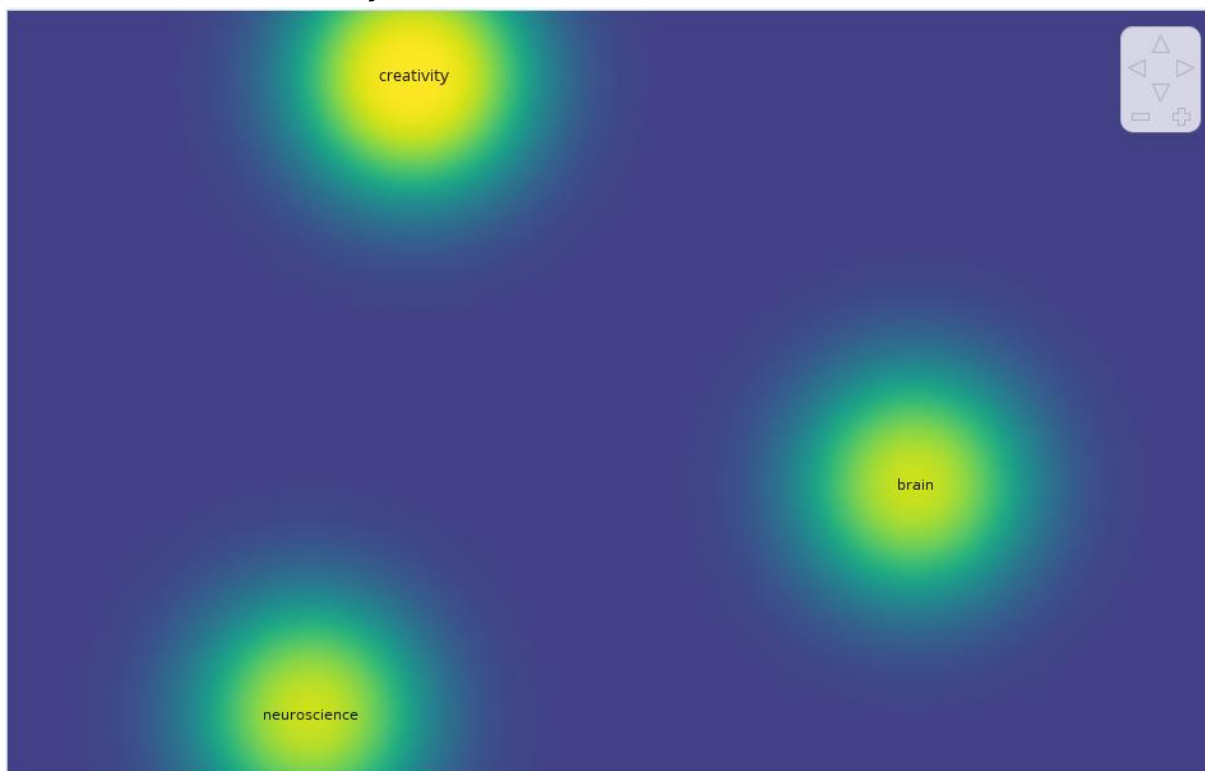
Figura 6 - Escala de ênfases da base Scopus no VOSViewer com as palavras-chave: *creativity, science education and neuroscience*



Fonte: A autora (2023).

Verificou-se que as palavras-chave com maior ênfase e destaque nos trabalhos eram: *creativity and education and neuroscience*, então, pesquisou-se estas três keywords na Web of Science, que é uma plataforma multidisciplinar que apresenta uma ampla gama de fontes acadêmicas, com os filtros de 2013 a 2023, ou seja, dos últimos dez anos, e com o filtro de serem artigos de revisão. Localizou-se dezenove trabalhos científicos com três palavras-chave mais recorrentes, conforme observa-se suas escalas de ênfase no mapa criado no VOSviewer:

Figura 7 - Escala de ênfases da Base Web of Science no VOSviewer com as palavras-chave: *creativity and education and neuroscience*.



Fonte: A autora (2023).

Iniciou-se o estudo dos materiais selecionados e verificou-se a necessidade de um resgate histórico do tema além dos dez anos, a fim de amparar e compreender melhor as produções científicas atuais.

Portanto, passou-se a explorar, além das duas bases digitais citadas acima e além dos últimos dez anos, a PubMed, que é uma base de dados da área de medicina e ciências relacionadas à saúde que inclui pesquisas em neurociência; ERIC (*Education Resources Information Center*) considerada uma fonte primária para pesquisas em educação; PsycINFO, base de dados da Psicologia que apresenta publicações na área da neurociência cognitiva e psicologia educacional, sob uma perspectiva neurocientífica; e o Google Scholar, que indexa uma variedade de fontes acadêmicas, incluindo artigos de revistas e teses.

Assim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre criatividade que apresentou seus diferentes conceitos, seu entendimento no mundo sob diferentes óticas e a evolução histórica da pesquisa científica sobre a criatividade. A partir daí, considerou-se a teoria dos psicólogos norte-americanos James C. Kaufman e Ronald A. Beghetto, que apresenta divisões e gradações da criatividade, e mergulhou-se na

criatividade no contexto educacional com foco em seu construto *mini-c creativity*. Explorou-se a criatividade em seus vários aspectos educacionais até inserir a neurociência para trazer sua contribuição, ao explicar como funciona o cérebro humano, a elaboração do pensamento, do processo de sinapse e da memória, e como o processo educacional interfere em tudo isso.

Após estudo dos materiais pertinentes ao tema, foi traçado um panorama das principais construções científicas com seus respectivos pesquisadores e propôs-se um referencial teórico contemporâneo, enquanto resultado desta pesquisa, a fim de contribuir com o desenvolvimento da criatividade no contexto educacional com contribuição da neurociência.

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste capítulo, delineou-se os referenciais teóricos que fundamentaram a pesquisa em questão. O objetivo foi salientar as teorias, os pesquisadores e as contribuições mais amplamente referenciadas no âmbito da investigação científica sobre criatividade no contexto educacional, com uma ênfase especial na incorporação de perspectivas provenientes da neurociência.

Destaca-se a relevância de incursões recentes no campo da neurociência aplicada à criatividade educacional. A integração dessas descobertas neurocientíficas visa enriquecer e informar as práticas pedagógicas, ao oferecer uma compreensão dos processos cerebrais envolvidos na manifestação e estímulo da criatividade no contexto educacional.

3.1 CRIATIVIDADE

Do ponto de vista etimológico, segundo Pereira *et al.* (1999), o conceito de criatividade está relacionado com o termo criar, do latim *creare*, que significa “dar existência”, “estabelecer relações até então não estabelecidas pelo universo do indivíduo, visando determinados fins. Em seus estudos, o autor introduz o conceito de inteligências múltiplas¹ para explicar as múltiplas formas de “talentos”, em que busca superar a noção comum de inteligência como uma capacidade geral.

Em relação ao termo criar, Parolin (2003), destaca que ele é basicamente formar. É poder dar uma forma a algo novo. É dar coerência e estabelecer novas relações para a mente humana. É relacionar fenômenos e compreendê-los de modo novo. O ato criador abrange, portanto, a capacidade de compreender; e esta, por sua vez, a de relacionar, ordenar, configurar e dar um significado.

A criatividade muitas vezes envolve combinar ou reorganizar elementos existentes de uma maneira nova e única (Johnson, 2010). Assim, a inspiração pode vir de experiências passadas, conhecimento prévio e observações do mundo, e se manifestar na capacidade de conectar ideias aparentemente desconexas e apresentar perspectivas amadurecidas e originais.

¹ Desenvolvida como uma explicação da cognição humana, reconhece diversas inteligências. (Gáspari; Schwarts, 2002).

3.1.1 Criatividade: conceitos e definições

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil conceitua a criatividade como uma das dez competências gerais que os estudantes devem desenvolver ao longo da educação básica. A BNCC define a criatividade como a capacidade de "conceber, realizar e avaliar produtos, processos e ações culturais e artísticas, críticas e propositivas, em múltiplas linguagens, a partir de referenciais das culturas locais, regionais e globais".

A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) reconhece a criatividade como uma capacidade fundamental para a inovação cultural, educacional e social, embora não forneça uma definição específica. A organização valoriza a criatividade como parte da cultura e da educação.

A OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) destaca a importância da criatividade como um componente-chave da economia do conhecimento e enfatiza seu papel na promoção do crescimento econômico e na resolução de desafios globais.

A ONU (Organização das Nações Unidas) reconhece a criatividade como uma ferramenta importante para enfrentar desafios globais e alcançar os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS). Para a ONU a criatividade é vista como um meio de buscar soluções inovadoras para questões sociais, ambientais e econômicas.

Afirma Fleith e Alencar (2005) e conforme constatou-se nesta pesquisa, não existe uma definição consensual de criatividade no mundo.

3.1.2 Evolução histórica da pesquisa científica sobre criatividade

Na Europa medieval, por volta do século XV, de acordo com Wechsler (1998), a criatividade era confundida com a loucura, o paganismo e a rebeldia. Whitty e Iheman (2002) também apontaram a relação entre criatividade e doença mental à época. A associação entre a criatividade e a loucura também remonta à noção romântica do século XVIII, quando o artista passou a ser um gênio, lutando com seus desafios interiores com a força de sua inspiração (Alencar, 2003).

Freud via no inconsciente as origens tanto da neurose como da criatividade, tendo realizado estudos de caso de pessoas como Leonardo da Vinci, considerando sua expressão criativa uma sublimação de complexos reprimidos (Alencar, 2003). As

concepções de neopsicanalistas, como Kris e Kubie (1949) que deram uma ênfase especial ao pré-consciente no processo criativo, corroboram com a visão de Freud.

A criatividade também foi entendida como um dom que favorecia apenas a um grupo seleto de indivíduos, não sendo possível que a criatividade pudesse ser ensinada e desenvolvida (Alencar, 2003). Na Grécia antiga, segundo Alencar (1986), observa-se que o conceito de criatividade estava relacionado com a noção de divindade e iluminação espiritual. Silva *et al.* (1998) corrobora essa visão afirmando que os pensadores de meio século antes de Cristo encaravam a criatividade como algo sobrenatural, místico e mágico.

A criatividade nessa época é considerada uma qualidade atribuída aos deuses e aos heróis. Mas a evolução do conceito de criatividade mostra que ela avançou historicamente de uma perspectiva espiritualista - a criatividade como dom, reservada a poucos privilegiados e escolhidos - para uma visão cada vez mais racional e científica (Alencar, 2003).

No início do século XX, a inteligência era tida como suficiente para explicar o funcionamento do cérebro e verificar as habilidades das pessoas e seus processos de pensamentos, sendo o estudo sobre a inteligência suficiente para explicar todos os aspectos do funcionamento mental (Alencar, 2003).

A partir do Iluminismo, o conceito ganhou uma conotação científica, acompanhando a evolução das ciências. Mas foi com a passagem do século XIX para o XX, que a criatividade começou a ser relacionada com o conceito de inteligência. Na década de 50, Guilford (1950) apud Colossi (2004) afirma que se iniciou um processo de mobilização da comunidade científica para a necessidade de ser estudado o fenômeno da criatividade.

A partir da década de 1950, com o movimento humanístico na área de Psicologia, o interesse pela criatividade começou a ser demonstrado pela busca do potencial criador do ser humano (Alencar, 2003).

A compreensão de criatividade e inovação progrediu e se ampliou ao longo do tempo, de acordo com Craft (2005). A criatividade no início do século XX era considerada uma qualidade inerente e natural do ser humano desde quando ele nasce. A criatividade se limitava às artes, mas cresceu para incluir a ciência, a matemática, a tecnologia e todas as outras disciplinas. Segundo Camargo Filho, Silva e Laburú (2019) a criatividade é vista cada vez mais como um processo distribuído e colaborativo para criar valores e solucionar problemas.

Pesquisas indicam que a criatividade está inerente a todas as pessoas, ao menos em forma de potencial, e pode emergir de maneira espontânea, desde que não seja reprimida ou bloqueada (Cropley, 1999). Segundo Novaes (1972), é indiscutível que a criatividade pode ser cultivada e aprimorada, desde que se fortaleçam as habilidades envolvidas e se promova uma melhor utilização dos recursos individuais. Isso é amplamente influenciado pelo processo educacional e pelas influências sociais, embora o desenvolvimento esteja condicionado às particularidades de cada indivíduo.

Vygotsky (2004) afirma que a imaginação está no psicológico humano, portanto, a criatividade, a imaginação e a fantasia lá estão e desenvolvem-se a partir da brincadeira infantil, que a imaginação se torna uma função mental superior que é conscientemente direcionada pelos processos de pensamento. Que na adolescência a imaginação é caracterizada pela colaboração da imaginação e do pensamento conceitual; e que na fase adulta são amadurecidos os aspectos artísticos e científicos por essa colaboração entre imaginação e pensamento conceitual. Portanto, entende-se que a imaginação e o pensamento conceitual seriam a base da criatividade madura.

Todas as formas da imaginação criadora encerram em si elementos afetivos. (Vygotsky, 1987, p. 14-15). Para Vygotsky o fator intelectual e o fator emocional são igualmente necessários para a criação. O sentimento, assim como a ideia, move a criação do homem (Vygotsky, 1987, p.19). E a base da criação está formada pela inadaptação, da qual surgem as necessidades, as aspirações e os desejos (Vygotsky, 1987, p.24).

Vygotsky reconhece de diferentes formas o vínculo do cognitivo e do afetivo para a criação, e afirma tratar-se de um processo articulado historicamente, em que toda forma subsequente está determinada pelas precedentes (Vygotsky, 1987, p. 25-26).

Ainda dentro da abordagem cognitivista, percebe-se que a criatividade estava relacionada a uma forma de pensamento divergente, podendo ser estimada pela capacidade de inventar novas respostas. O pensamento divergente refere-se à capacidade de gerar uma variedade de soluções diferentes ou ideias originais em resposta a um problema ou desafio (Guilford, 1950); ele envolve a produção de respostas múltiplas, variadas e inovadoras, em contraste com o pensamento convergente, que busca encontrar uma única resposta correta.

Guilford acreditava que o pensamento divergente era essencial para a criatividade, ao permitir que as pessoas explorem diversas possibilidades e

abordagens para resolver problemas ou criar algo novo. Ainda na década de 50, mas dentro da proposta humanista, nota-se autores como Rogers (1959) apud Colossi (2004) e Maslow (1987) que consideram a criatividade como um processo de busca de autorrealização, mostrando a importância do meio ambiente sobre o desenvolvimento da criatividade.

Esse conceito sofreu uma evolução significativa na década de 1970, quando os movimentos começaram a enfatizar a importância dos fatores sociais na promoção de um ambiente criativo. Nesse período, Stein (1974), conforme citado por Colossi (2004), destacou que a sociedade contribui para a criatividade quando permite que os indivíduos tenham experiências em diversas áreas, encoraja a inovação, valoriza a mudança e a originalidade, ou reconhece socialmente as pessoas por suas pesquisas e indagações.

Assim, como citado por Torrance (1976) a criatividade é:

[...] o processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências, lacunas no conhecimento, desarmonia; identificar a dificuldade, buscar soluções, formulando hipóteses a respeito das deficiências; testar e retestar estas hipóteses; e, finalmente, comunicar os resultados (Torrance, 1976, p. 2).

Torrance também argumenta que o aspecto emocional desempenha um papel significativo na compreensão do ato criativo. Em seus estudos, a criatividade é considerada um processo que envolve tanto o pensamento quanto as emoções. Ele afirma que a criatividade surge quando uma pessoa é confrontada com uma situação ou problema que a perturba e frustra, algo que ela não consegue resolver de imediato.

Isso se aplica tanto a cientistas que se deparam com fatos inexplicáveis quanto a artistas que lutam para expressar emoções além das convenções artísticas às quais estão acostumados. Segundo Torrance, o indivíduo criativo mergulha em uma parte menos consciente e menos estruturada de sua mente, onde pode gerar soluções para o problema que o perturba. (Adaptado de Kneller, 1978, p. 60).

A criatividade prevê um pensamento ou produto novo (Stein 1974), pode ser uma ideia original ou o aperfeiçoamento de ideias ou produtos que já existam. Amabile (1996) conceitua como criativo algo que é novo, apropriado, útil e heurístico.

Geis (1988) apud Parolin (2003), ao examinar as pesquisas sobre criatividade, fundamenta sua análise em três grandes domínios: a Pessoa, explorando as características das pessoas altamente criativas; o Processo, investigando as

habilidades cognitivas do pensamento criativo; e o Ambiente, considerando o impacto de um ambiente social favorável ou inibidor para a expressão da criatividade.

Por sua vez, Tardiff e Sternberg (1988), conforme citados por Fleith e Alencar (2005), abraçam a perspectiva da interação ao afirmar que o indivíduo é apenas uma parte integrante desse processo interativo de criação. Segundo esses autores, a criatividade emerge como resultado de um extenso sistema de redes sociais. Eles adotam quatro dimensões essenciais para a compreensão da criatividade: a Pessoa, onde o indivíduo é analisado por suas características cognitivas, traços de personalidade e experiências ao longo do desenvolvimento; o Produto, que deve ser inovador, útil e de valor para a sociedade; o Processo, relacionado à maneira como os produtos criativos são desenvolvidos, podendo envolver a geração de ideias originais, combinações inusitadas ou a transformação de ideias preexistentes; e o Ambiente, o contexto onde o indivíduo está inserido, podendo promover ou inibir suas habilidades criativas.

A evolução do conceito de criatividade ganhou com Gardner (1995) a definição de inteligência dentro de uma perspectiva de “capacidade de resolver problemas ou criar produtos considerados importantes em um determinado ambiente”. Tal definição assemelha-se às definições contemporâneas de criatividade, e traz implícita a ideia de que, para que uma pessoa possa ser considerada inteligente, ela precisa ser criativa.

Alencar (1996) define criatividade como um fenômeno complexo e multifacetado que envolve uma interação dinâmica entre elementos relativos à pessoa, como características de personalidade e habilidades de pensamento, e ao ambiente, como o clima psicológico, os valores e normas da cultura e as oportunidades para expressão de novas ideias. A autora defende que são os processos de aprendizado relativos à imaginação, invenção e intuição que a caracterizam, mas que se deve considerar a congruência destes elementos com características pessoais de personalidade e habilidade de pensar.

Bettencourt (1997) apud Colossi (2004) escreve sua concepção assim:

A criatividade é e será sempre uma exceção. [...] Todo mundo sabe que Orson Welles não seguiu receita alguma para dirigir Cidadão Kane. O mesmo se pode dizer da Microsoft, da Sony, da fórmula da Coca-Cola, das peças e poemas de Shakespeare. A criatividade é sempre única. (Bettencourt, 1997 apud Colossi, 2004, p.20).

Segundo, Kao (1997), a criatividade agrega valor ao conhecimento e o torna progressivamente mais útil. Wechsler (1998), ampliou a visão multidimensional do fenômeno criativo, apresentando uma abordagem da criatividade como produto da combinação dos seguintes elementos: habilidades cognitivas, características de personalidade e elementos ambientais.

Alencar (1998, p.19) destaca três diferentes áreas em que a criatividade está vinculada: Pessoa: que seriam as características pessoais, favoráveis ou desfavoráveis à expressão criativa; Cultura: que diz respeito aos fatores do contexto social, que afetam tanto a produtividade criativa quanto a própria consciência dos indivíduos a respeito de suas potencialidades criadoras; e Ambiente: diz respeito às características do ambiente em que a pessoa está inserida, isto é, se o contexto no qual o indivíduo desenvolve suas atividades se apresenta como um estímulo ou como bloqueio à criatividade.

Pereira *et al.* (1999) enfatiza a importância de promover ativamente a criatividade na sociedade atual, destacando que se vive na era do conhecimento, onde a capacidade de gerar ideias inovadoras é altamente valiosa. O autor argumenta que a criatividade não é um dom exclusivo de alguns, mas uma habilidade que pode ser desenvolvida por todos. Além disso, ele ressalta que a promoção da criatividade não se limita ao nível individual, mas pode ser aplicada em grupos e instituições, estimulando soluções inovadoras e criando ambientes de aprendizado e trabalho mais dinâmicos.

O estudo conduzido por Gil da Costa (2000) fornece uma análise abrangente das perspectivas dos diversos autores em relação à criatividade. A síntese da revisão bibliográfica realizada por este pesquisador aponta para a existência de quatro dimensões que a maioria dos estudiosos adotam ao examinar o fenômeno da criatividade. Essas dimensões essenciais são amplamente consideradas como fatores críticos na compreensão e no estudo da criatividade, e incluem a dimensão da pessoa, do ambiente, do processo e do produto criativo, conforme descrito abaixo:

Dimensão da Pessoa: esta dimensão enfoca as características individuais que contribuem para a criatividade de uma pessoa. Ela explora traços de personalidade, habilidades cognitivas, motivação, experiências de vida e predisposições criativas. Compreender a dimensão da pessoa é crucial para identificar por que algumas pessoas têm maior propensão à criatividade do que outras.

Dimensão do Ambiente: A criatividade não ocorre no vácuo; ela é influenciada pelo ambiente em que uma pessoa se encontra. Esta dimensão considera os fatores ambientais, como a cultura, o contexto social, a educação e as oportunidades de aprendizado. Um ambiente que encoraja e valoriza a criatividade é mais propício para o florescimento de ideias inovadoras.

Dimensão do Processo: o processo criativo é o cerne da manifestação da criatividade. Esta dimensão se concentra nos estágios e nas etapas envolvidos na geração de ideias criativas, incluindo a identificação de problemas, a busca por informações, a incubação de ideias, a geração de soluções e a avaliação crítica. Compreender o processo criativo ajuda a aprimorar a capacidade de gerar ideias originais.

Dimensão do Produto Criativo: o resultado final da criatividade é o produto criativo. Isso pode incluir obras de arte, inovações tecnológicas, soluções para problemas complexos, músicas, escrita e muito mais. Esta dimensão examina o que é criado como resultado do processo criativo e avalia seu valor e impacto na sociedade.

Figura 8 – Dimensões da Criatividade



Fonte: Gil da Costa (2000, p. 26)

O conceito mais utilizado para compreender e mensurar a criatividade, segundo Gurgel (2006), apesar de existirem muitas interpretações, é de que a criatividade é um fenômeno multifatorial e multidimensional, que não leva em consideração apenas os aspectos individuais e cognitivos, mas também os psicossociais, como as influências ambientais sobre o conjunto de relações implicadas

no processo de criar. Ainda assim, hoje, com todo o crescente interesse e estudo sobre o tema, pouco ainda se sabe sobre como compreender e mensurar a criatividade. Talvez a única verdade sobre a criatividade seja a de que ela não será jamais resultado de receitas prontas e acabadas (Gurgel, 2006).

A criatividade é apontada como habilidade ou recurso de sobrevivência para as próximas décadas, em razão da incerteza do futuro, devido às intensas, profundas e rápidas mudanças, das novas necessidades e da busca por soluções para os problemas que surgem a cada momento, que demandam soluções criativas (Alencar, 2003). A criatividade pode se apresentar em diferentes graus, sendo que um indivíduo pode ser mais e o outro menos criativo.

A criatividade é a habilidade, um potencial subjetivo, uma capacidade de produzir ideias novas e inéditas, e que pode gerar um produto. E quando a produção é escalonada ou socializada para um grupo maior de pessoas, trata-se de inovação, que se designa mais objetivamente como a concretização dessas abstrações, ao criar algo novo e que atenda a uma necessidade real, que impacta positivamente a comunidade e sua qualidade de vida (Robinson, 2009). Portanto, a criatividade é algo que existe dentro da nossa mente e pode ser canalizada ou não para uma ação (Robinson, 2009).

A criatividade não se opõe ao pensamento racional; pelo contrário, ela parte do pensamento racional como ponto de partida para construir novas abordagens aos problemas e suas respectivas soluções. Essencialmente, a criatividade funciona como uma extensão do pensamento lógico, expandindo suas fronteiras e possibilitando a exploração de territórios inexplorados. Como afirmou Dutra (2004), a criatividade atua como uma força potencializadora da inteligência que abre caminho para novas perspectivas na resolução de problemas, mesmo aqueles que parecem ser antigos e insolúveis.

A compreensão dessa interação entre criatividade e pensamento racional é fundamental para se apreciar plenamente o papel da criatividade na geração de ideias inovadoras e na superação de desafios complexos. Em vez de ser vista como uma forma de pensamento oposta à lógica, a criatividade é vista como uma parceira complementar que permite a redefinição de problemas e a descoberta de soluções (Dutra, 2004).

Um exemplo pode ser dado por um cientista que, ao enfrentar um problema complexo, não se limita a aplicar métodos convencionais, mas utiliza sua criatividade

para explorar novas abordagens e perspectivas. É a partir dessa combinação de racionalidade e criatividade que muitos avanços científicos e inovações tecnológicas significativas surgem.

Portanto, reconhecer que a criatividade não nega o pensamento racional, mas, em vez disso, o complementa e enriquece, convida a abraçar a criatividade como uma ferramenta essencial na busca por soluções criativas e inovações, independente da natureza dos problemas a serem enfrentados. É a criatividade que permite olhar além do óbvio, desafiar o status quo e, por vezes, até mesmo reformular a própria natureza de um problema para encontrar respostas que antes pareciam inatingíveis (Csikszentmihalyi, 2014).

É possível desenvolver a habilidade de ser criativo e aprender a aprimorar-se nessa prática (Feldman, 2008). A criatividade deriva da falta de opções ou do descontentamento com as escolhas existentes (Feldman, 2008). A criatividade desorganiza o mundo, pois gera novos caminhos, provocando a subversão da estabilidade anterior e esse é o motivo pelos quais os indivíduos criativos são às vezes incompreendidos, criticados e até perseguidos em alguns ambientes. Eles subvertem, portanto, incomodam. Mas, se de um lado a criatividade e a inovação incomodam, de outro são elas que abrem caminho para as melhorias (Alencar, 2002).

Buscar uma transição do trabalho isolado para um ambiente colaborativo é premissa do século XXI, na busca de promover a inclusão de todos os membros da equipe. A criatividade pode emergir de qualquer nível hierárquico, em quaisquer ambientes. Este conceito é discutido por Ruas (2001) no contexto do desenvolvimento de competências gerenciais e sua relação com a aprendizagem organizacional. Em sua contribuição para o livro "Gestão Estratégica do Conhecimento", organizado por Fleury e Oliveira (2001), o autor enfatiza a importância de criar um ambiente onde todos os colaboradores se sintam encorajados a contribuir com ideias criativas, independentemente de sua posição hierárquica.

De acordo com as observações de Rodrigues, conforme mencionado por Loch *et al.* (2003), é fundamental reconhecer que a criatividade não é uma qualidade restrita a um grupo seleto de pessoas; pelo contrário, é uma característica intrínseca a todos os indivíduos. Esse potencial criativo inato direciona-se à exploração e revelação de novos significados, desempenhando um papel essencial na construção dos alicerces que sustentam a sobrevivência e o avanço contínuo da humanidade.

A compreensão de que a criatividade é uma capacidade universal é um ponto de partida crucial para apreciar a diversidade de perspectivas e contribuições que cada indivíduo pode oferecer. Alencar (2003) ressalta que, independentemente de idade, origem ou ocupação, todos têm a capacidade de gerar ideias originais e valiosas.

Esse potencial criativo é uma força motriz na busca por soluções inovadoras para desafios complexos e na criação de novas oportunidades. A habilidade de criar e descobrir novos significados não apenas enriquece a vida pessoal das pessoas, mas também desempenha um papel vital no progresso da sociedade como um todo (Robinson, 2009).

A escola de Psicologia conhecida como Gestalt, que floresceu no século XX, desempenhou um papel pioneiro no estudo do fenômeno do insight. O insight é aquele momento especial no processo criativo em que uma nova ideia ou solução para um problema surge de forma geralmente repentina e aparentemente "iluminada" na mente do indivíduo (Alencar, 2003).

Os teóricos da Gestalt, com destaque para Wertheimer (1959), foram os primeiros a explorar profundamente a conexão entre o pensamento produtivo e os processos de pensamento, ao perceber que o insight não era apenas um evento aleatório, mas sim um processo altamente cognitivo e estruturado.

Essa abordagem enfatizou a importância da organização perceptual na resolução de problemas criativos. Os teóricos da Gestalt argumentaram que, ao ver um problema ou uma situação de uma forma nova e inesperada, ocorre uma reestruturação cognitiva que leva ao insight. Essa reestruturação envolve a percepção de padrões e relações que antes estavam ocultos, permitindo ao indivíduo chegar a uma solução criativa.

A contribuição da Gestalt para a compreensão do insight não apenas enriqueceu a psicologia, mas também teve um impacto profundo na forma como aborda-se a criatividade em diversas áreas da vida e do conhecimento. Essa perspectiva lembra que a mente humana é intrinsecamente capaz de encontrar novos caminhos e soluções por meio da reorganização perceptual e do pensamento não linear, revelando a natureza dinâmica e complexa do processo criativo.

Maslow (1954), psicólogo da abordagem humanista, lançou luz sobre um aspecto fundamental da criatividade: a busca inata do ser humano pela autorrealização. Eles destacaram que essa busca interna pela autorrealização é uma

força motivadora significativa por trás da criatividade. No entanto, enfatizou que o simples impulso interno não é suficiente; pois um ambiente propício também desempenha um papel crucial.

Todavia, o psicólogo existencialista Rollo May (1982), afirma que a autorrealização não pode ser alcançada plenamente a menos que haja um ambiente que ofereça liberdade de escolha e ação. Esse ambiente deve ser caracterizado pelo reconhecimento e estímulo do potencial criativo presente em cada indivíduo. Portanto, além do desejo interno de se tornar a melhor versão de si mesmo, é necessário um contexto que valorize e promova a expressão criativa (May, 1982). Filósofos seculares como George Wilhelm Friedrich Hegel, Carl Jung e Abraham Maslow chegaram à conclusão de que os atos criativos são fundamentais para o desenvolvimento humano. (Hatch, 2013).

A evolução do conceito de criatividade ao longo da história foi influenciada por diversas correntes de pensamento e contextos culturais. Desde as antigas concepções gregas que associavam a criatividade a forças divinas até a visão mais racional e científica que se desenvolveu no início do século XX, observa-se uma transformação significativa. A perspectiva filosófica dos pensadores citados nesta pesquisa, aliada às transformações históricas no conceito de criatividade, evidencia a complexidade do fenômeno da criatividade.

A abordagem de psicólogos como Freud, explorando as conexões entre criatividade e inconsciente, e a contribuição da escola de Psicologia Gestalt, destacando o papel do insight, enriqueceram a compreensão desse fenômeno. Desde as concepções antigas até a compreensão contemporânea, a criatividade evoluiu de uma associação divina a uma capacidade inata presente em todos os seres humanos.

No cenário do século XXI, a criatividade assume um papel preponderante ao se apresentar não apenas como uma habilidade para o desenvolvimento individual, mas também como um catalisador para a geração de soluções inovadoras diante dos desafios inerentes a uma sociedade dinâmica e em constante evolução.

No contexto contemporâneo, mais do que uma mera expressão individual, a criatividade surge como um fator impulsionador de progresso coletivo, influenciando positivamente diversos setores, desde a tecnologia até as artes, e contribuindo para a criação de soluções inovadoras que moldam e transformam a sociedade.

Isto reflete não apenas a necessidade de adaptação individual, mas também a compreensão de que abordagens inovadoras são cruciais para a resolução de

desafios globais. Assim, incentivar e cultivar a criatividade não é apenas uma estratégia para o florescimento pessoal, mas uma contribuição significativa para o avanço coletivo em um mundo em metamorfose.

3.1.3 Influência familiar na criatividade

As experiências familiares são fundamentais para formar as pessoas, para a constituição de valores, crenças, senso crítico e potencial criativo (Oliveira, 2010). Segundo a autora, a família é o primeiro modelo para a criança: educadora, incentivadora, apoiadora e nutridora do seu desenvolvimento. Ela afirma que os atributos de personalidade dos pais, a forma como agem e criam os filhos, o ambiente do lar e a forma de relacionamento são elementos de influência no desenvolvimento do potencial criativo do indivíduo.

De acordo com Novaes (1995), o cultivo do potencial criativo deve começar na infância, enfatizando a importância do exercício da reflexão e do senso crítico. Essas práticas são fundamentais para que a criança não apenas compreenda e aceite o mundo ao seu redor, mas também para que seja capaz de avaliar, julgar e contribuir com propostas de mudanças em sua construção.

Se a família provê à criança experiências favoráveis ao seu desenvolvimento criativo, estimuladoras de sua curiosidade natural e fortalecedoras de sua autoestima, certamente a criatividade aflorará com maior facilidade (Oliveira, 2010). Existe um critério bastante generalizado de que a infância é o repositório das maiores potencialidades criativas do indivíduo, as quais, na maioria dos casos, longe de se desenvolver, são inibidas no decorrer da vida (Martínez, 1995).

A influência da família é bidirecional, pois os pais influenciam seus filhos, mas também são influenciados por eles. Quando os pais visitam galerias de arte, exposições e lêem livros, por exemplo, influenciam seus filhos; mas também as crianças podem influenciar os pais quando demonstram interesse por algo e os pais respondem a este estímulo (Runco, 2007). O autor ainda afirma que a influência da família é longitudinal e, por isso, muitas vezes difícil de ser pesquisada. E que outra característica da influência da família na criatividade é ser intergeracional, pois os valores familiares são passados de geração em geração, sendo comum os filhos reproduzirem comportamentos, escolhas e até ofício assemelhado ao dos pais.

Atitudes dos pais que favorecem o desenvolvimento criativo é o relacionamento pais-criança não ser possessivo, o estímulo à independência e à autoconfiança, a estimulação dos interesses da pessoa, e como fatores inibidores o autoritarismo e a crítica constante (Alencar; Fleith 2003).

Segundo Amabile (1989), atitudes estimuladoras da criatividade por parte dos pais são: dar liberdade e independência com regras e limites justos; respeitar a individualidade de cada um e ensinar a expressar as emoções, porém com controle emocional; estimular o desenvolvimento de valores; demonstrar que aprender não é somente ter notas altas; possuir senso de humor; fazer críticas construtivas e não destrutivas, enfim, fazer do lar um lugar para a criatividade morar.

Os pais mais estimuladores da criatividade, segundo Esquivel e Hodes (2003) são aqueles que aceitam a criança como indivíduo, dão autonomia e oportunidades criativas, enquanto formam seus hábitos e estimulam traços da personalidade.

Todavia, segundo Ochse (1990), lares desestruturados podem levar as crianças a serem criativas como uma forma de compensação às suas frustrações, pois o autor observa que uma porcentagem importante de indivíduos com alto grau de criatividade vem de lares com dificuldades ou desfeitos. Nestes casos, os filhos vêm nos fatores limitadores do ambiente uma fonte inspiradora de sua criatividade. Afinal, os desafios da vida podem ser encarados como oportunidades.

Oliveira (2010) afirma que as experiências vividas pela família são preponderantes para a formação do ser humano e para a constituição de seus valores, crenças, sentido crítico - enfim, de sua criatividade. O autor afirma também que a criatividade durante a infância é diferente da criatividade da fase adulta, mas considera que é difícil vislumbrar a possibilidade de um adulto criativo sem que ele tenha tido experiência criativa na infância (Feldman; Csikszentmihalyi; Gardner, 1994).

As entrevistas conduzidas por Alencar (2008) com três pioneiros brasileiros da Psicologia Escolar revelaram de maneira eloquente a marcante influência exercida pela família no desenvolvimento da criatividade desses entrevistados. Esta influência se manifestou de maneira destacada ao incentivar a curiosidade, promover a leitura e ressaltaram a importância da união e da estrutura familiar na formação de bons hábitos.

Assim, torna-se imperativo que a família não apenas evite restringir, mas, acima de tudo, participe ativamente na promoção do potencial criativo e na expressão singular de seus membros. Ao criar um ambiente que encoraje a curiosidade, apoie a

exploração de interesses individuais e fortaleça laços familiares, a família desempenha um papel fundamental na criação de um solo fértil para o desenvolvimento e manifestação da criatividade em seus membros. Esta abordagem proativa não apenas contribui para o florescimento individual, mas também para a construção de uma sociedade mais rica em diversidade de pensamento e expressão criativa.

3.1.4 A influência da tecnologia e da inteligência artificial na criatividade

A tecnologia pode desempenhar um papel significativo no desenvolvimento da criatividade (Resnick, 2020). Ela oferece várias maneiras de estimular, aprimorar e expressar a criatividade na educação ou quaisquer áreas, pois a Internet e as tecnologias de busca fornecem acesso a uma vasta quantidade de informações e recursos que podem inspirar e informar projetos criativos formais ou informais (Robinson, 2014). Isso pode incluir tutoriais, cursos online, bancos de dados de arte e cultura, e muito mais.

Existem inúmeras ferramentas e softwares disponíveis que podem favorecer o pensamento criativo, desde editores de imagem e vídeo até programas de modelagem 3D e aplicativos de música. Essas ferramentas permitem que as pessoas expressem sua criatividade de maneira digital (Robinson, 2014).

A tecnologia facilita a colaboração criativa à distância (McGonigal, 2022). As pessoas podem trabalhar juntas em projetos usando ferramentas de comunicação online, compartilhamento de documentos e plataformas de colaboração (McGonigal, 2022). Os aplicativos e jogos educativos podem envolver os alunos de forma interativa, promovendo o pensamento criativo e a resolução de problemas.

Como apontado por Robinson (2014), a tecnologia pode ser empregada de maneira eficaz na criação de simulações e modelos, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar cenários e experimentar diversas soluções. Essa abordagem não apenas enriquece o aprendizado, mas também estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas por meio da imersão em ambientes simulados.

Através das redes sociais e plataformas de compartilhamento, as pessoas podem se conectar com comunidades e indivíduos de todo o mundo, compartilhando ideias e obtendo feedback (McGonigal, 2022). A tecnologia pode adaptar o conteúdo

de ensino e as atividades com base nas preferências e níveis de habilidade do aluno, incentivando o pensamento individualizado. E a Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) podem criar ambientes imersivos que desafiam os usuários a pensar de maneira criativa e interagir com o mundo de novas formas (Leite, 2020).

Assim, a tecnologia permite que as pessoas explorem virtualmente museus, galerias de arte, concertos e outros eventos culturais, expondo-as a diversas formas de criatividade (Robinson, 2022), o que contribui para a formação do seu conhecimento prévio e o desenvolvimento do seu pensamento criativo, à medida que vivencia e experimenta novas realidades.

No entanto, é importante notar que o papel da tecnologia na promoção da criatividade depende do uso que se faz dela (Leancastre; Araújo, 2007). É essencial que educadores e pais orientem os estudantes a utilizar a tecnologia de maneira equilibrada, consciente e crítica, aproveitando seus benefícios para o desenvolvimento criativo, ao mesmo tempo que evitam os possíveis efeitos negativos, como o isolamento e o excesso de tempo do uso de telas, que pode impactar a saúde mental do indivíduo e consequentemente suas relações (Leancastre; Araújo, 2007).

Explorar o potencial criativo da tecnologia envolve encorajar práticas que vão além do mero consumo passivo de conteúdo digital. Os educadores têm a responsabilidade de proporcionar experiências que incentivem a criação, a resolução de problemas e a expressão original, utilizando ferramentas digitais de maneira construtiva (Robinson, 2022). A tecnologia pode servir como uma extensão do pensamento criativo, proporcionando novas formas de explorar ideias, colaborar e comunicar.

A orientação consciente dos educadores e pais visa não apenas maximizar os benefícios da tecnologia, mas também cultivar a consciência crítica e o entendimento dos limites necessários para preservar um ambiente de aprendizagem saudável.

Além disso, a inteligência artificial (IA) surge como uma ferramenta inovadora na educação, desempenhando o papel de um parceiro criativo para professores e alunos, como destacado por Pereira (2023). A IA pode oferecer suporte personalizado ao aprendizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos e proporcionando recursos interativos que promovem a participação ativa. Essa parceria com a IA não apenas aprimora a eficácia do ensino, mas também introduz novas

perspectivas e metodologias de ensino, transformando a dinâmica tradicional da sala de aula.

É importante considerar a subjetividade dos alunos em sala de aula, sendo que o ensino através de multimodalidade e múltiplas representações está alinhado com a diversidade de perspectivas dos alunos e com uma aprendizagem que faz sentido para eles (Laburu; Barros; Silva, 2011).

A IA na criatividade está em constante evolução, visto que ela tem desempenhado um papel significativo em ampliar e impactar os horizontes da criatividade em várias áreas, incluindo o contexto educacional, ao servir como uma ferramenta de assistência criativa para a escrita, música e designers. Ela pode ajudar a gerar ideias, fornecer sugestões de melhoria e até mesmo criar obras de arte, músicas ou textos com base em padrões e estilos previamente identificados. Isso economiza tempo para os indivíduos, permitindo que eles se concentrem em tarefas mais complexas (Resnick, 2020).

A IA pode ajudar a melhorar a criatividade humana, fornecendo insights, dados e informações que inspiram novas ideias. Ela pode analisar grandes conjuntos de dados para identificar tendências e padrões que os criativos podem usar como ponto de partida. Ela pode personalizar experiências com base nas preferências do usuário e até mesmo na criação de produtos personalizados (Venâncio Júnior, 2019).

Alguns sistemas de IA são projetados para aprender e adaptar seu comportamento com base em feedback e experiência. Isso pode levar a formas mais sofisticadas de criatividade computacional, onde a IA não apenas gera, mas também evolui e refina suas criações com o tempo (Venâncio Júnior, 2019)

A IA pode ser usada para simular processos criativos, como a modelagem de fenômenos naturais, o comportamento humano ou até mesmo o desenvolvimento de novas moléculas para a pesquisa farmacêutica. Isso pode economizar tempo e recursos em experimentos reais. A IA pode gerar imagens que seriam difíceis ou impossíveis de serem concebidas por meios tradicionais (Venâncio Júnior, 2019).

Como afirma Robson de Andrade, Presidente da Confederação Nacional da Indústria, parte significativa da produção científica atual em IA está relacionada com o tema da educação, o que indica forte presença da IA nos sistemas educacionais e, conseqüentemente, um grande impacto nos processos de ensino-aprendizagem no curto e médio prazo. A reformulação da sala de aula por meio das novas tecnologias pode ser um importante passo para a formação de pessoas mais alinhadas com as

exigências do século XXI, sendo um motor essencial para a competitividade da indústria brasileira (Andrade, 2018).

Ao explorar o papel da tecnologia e da IA na promoção da criatividade, vale integrar os benefícios potenciais com uma abordagem equilibrada e consciente para mitigar possíveis desafios associados ao seu uso. Este enfoque colaborativo entre educadores, estudantes e IA pode criar um ambiente favorável para o desenvolvimento do potencial criativo dos educandos.

Assim, a combinação estratégica da tecnologia, incluindo simulações e modelos, com a inteligência artificial apresenta um potencial significativo para impulsionar a educação em direção a abordagens mais inovadoras e personalizadas. Essas ferramentas não substituem a essência do ensino, mas sim enriquecem a experiência educacional, capacitando alunos e professores a explorar, criar e colaborar de maneiras antes inimagináveis.

3.2 CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO

A criatividade e a inovação são conceitos intrinsecamente interligados que desempenham papéis cruciais no desenvolvimento individual e coletivo, pessoal e organizacional, econômico e político. A criatividade refere-se à capacidade de gerar ideias originais, pensar de forma inovadora e encontrar soluções criativas para os desafios enfrentados. Por outro lado, a inovação envolve a implementação efetiva dessas ideias criativas, transformando-as em práticas, produtos ou serviços que oferecem valor e impacto positivo.

A criatividade serve como a fonte primordial da inovação. É o ponto de partida onde novas perspectivas são exploradas, abrindo caminho para a geração de conceitos inovadores. Cultivar um ambiente propício à criatividade envolve encorajar a diversidade de pensamento, promover a colaboração e remover barreiras que possam inibir a expressão de ideias originais. Indivíduos, escolas e universidades criativas não apenas pensam fora da caixa, mas muitas vezes questionam a própria existência da caixa.

A inovação, por sua vez, exige mais do que apenas ideias inovadoras; ela demanda ação e implementação. Pessoas criativas adotam uma mentalidade ágil, estão dispostas a correr riscos calculados e abraçam a mudança como uma constante. A inovação pode ocorrer em diferentes áreas, desde produtos e processos até

modelos de aprendizagem ou estratégias organizacionais. O ciclo contínuo de criatividade e inovação é um motor vital para o progresso dos países e o avanço da humanidade.

Ambientes que promovem a criatividade e a inovação muitas vezes incentivam a experimentação, aprendizado contínuo e uma cultura que valoriza o erro como uma oportunidade de crescimento. A diversidade de perspectivas, a colaboração interdisciplinar e a inclusão são elementos que enriquecem o ecossistema que a criatividade participa e fomentam a geração de soluções inovadoras.

No século XXI, onde a mudança é constante e os desafios são complexos, a criatividade e a inovação tornam-se habilidades essenciais para indivíduos e organizações prosperarem. Ao nutrir e celebrar a criatividade, enquanto fomenta uma cultura que valoriza a inovação, pode-se moldar um futuro mais dinâmico, sustentável e resiliente.

Valentim (2008) afirma que a inovação representa a aplicação da criatividade, ou seja, primeiro tem-se a criatividade, depois a inovação. Valentim (2008) oferece uma perspectiva esclarecedora ao abordar a relação entre criatividade e inovação. Sua afirmação destaca que a criatividade é o ponto de partida, o processo inicial em que novas ideias são geradas e concebidas. Essas ideias, muitas vezes inovadoras e revolucionárias, constituem a base sobre a qual a inovação é construída.

A inovação, por sua vez, representa o próximo passo crucial. Ela envolve a transformação das ideias criativas em ações tangíveis e aplicáveis. É o processo pelo qual as soluções imaginativas são implementadas com sucesso na prática, resultando em melhorias significativas em diversos campos, como tecnologia, negócios, arte e educação (Valentim, 2008).

Entender essa sequência, em que a criatividade precede a inovação, é essencial para aproveitar ao máximo o potencial criativo da humanidade. A criatividade serve como um motor de ideias, inspirando a busca por soluções originais para desafios complexos. No entanto, é a inovação que leva essas ideias do papel para a realidade e causam um impacto real e transformador na sociedade (Valentim, 2008).

Alencar (1995) afirma que a criatividade é pensar algo original e a inovação é a execução, ou seja, a inovação é a implantação da ideia criativa, sendo que a criatividade é o primeiro passo para a inovação. Contudo, a autora também afirma que apesar de haver forte relação entre criatividade e inovação, nem sempre uma ideia

criativa será uma inovação. Isso ocorre porque nem sempre uma ideia criativa tem de fato viabilidade no mundo real, ou seja, a ideia pode ser muito boa, mas não tem condições reais para sua implantação. Dessa forma, a inovação depende essencialmente de uma condição: sua viabilidade.

As descobertas e inovações em todas as áreas são feitas por pessoas que observaram e perceberam de uma maneira diferentes fatos que todo mundo tinha como verdades inquestionáveis (Torrance, 1976).

Flórida (2006) afirma que a criatividade será o motor de desenvolvimento do novo período, apesar da economia do conhecimento já ter crescido consideravelmente no último século, e mais rapidamente ainda nas últimas duas décadas. Países que cresceram de forma acelerada com relação aos demais tendem a ser aqueles países com maiores índices de criatividade, pois os mesmos privilegiam economias inovadoras por si só ou representam aquelas que transferiram tecnologia (Gurgel, 2006).

Constata-se que a criatividade pode impulsionar a economia nacional quando ela é engajada com um processo de inovação, ou seja, de criação de produtos ou serviços, atrelada a uma estratégia nacional de retenção de empresas, talentos e conhecimento, que visa ampliar a vantagem competitiva (Gurgel, 2006).

3.3 CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A criatividade no contexto educacional transcende a mera transmissão de conhecimento. Envolve a capacidade de pensar de maneira original, conectar conceitos aparentemente díspares e encontrar soluções inovadoras para os desafios. No cerne da criatividade educacional está a promoção de um ambiente que nutre e valoriza a expressão única de cada estudante. Isso implica em incentivar a curiosidade, a exploração e a experimentação, rompendo com abordagens estritamente padronizadas.

Professores desempenham um papel crucial ao criar espaços onde os alunos se sintam encorajados a questionar, a arriscar e a explorar alternativas, construindo assim um terreno fértil para o florescimento da criatividade. A abordagem interdisciplinar e a incorporação de tecnologias e métodos inovadores no processo de ensino podem impactar a expressão criativa dos alunos. Ferramentas digitais, projetos

práticos e colaborações interativas podem potencializar a criatividade ao proporcionar novas formas de expressão e resolução de problemas.

Lizarraga apud Cotta e Costa (2015) destaca que é crucial para os educadores estimular o crescimento completo e abrangente de seus alunos, pois "os seres humanos têm a capacidade de se orientar sempre em direção à luz, mas só poderão desfrutar dela se utilizarem seu pensamento intuitivo, criativo, lógico e prático". Portanto, exige-se cada vez mais flexibilidade e a capacidade de se adaptar às mudanças constantes que ocorrem na sociedade.

A escola desempenha um papel fundamental no cultivo e desenvolvimento da criatividade, como ressaltado por Oliveira (2019). O ambiente educacional é especialmente propício para promover a criatividade, uma vez que a maioria das pessoas passa a maior parte de seus dias dentro de suas instalações. O autor argumenta que os educadores, por meio de sua própria criatividade, têm o potencial de transformar o ambiente escolar em um espaço de aprendizado prazeroso e altamente estimulante (Oliveira, 2010).

Houve um crescente reconhecimento da importância de promover a criatividade na educação, como salientado por Alencar (2006). Diversos autores, incluindo Cropley (1997, 2004), Guilford (1950, 1971, 1979), Rogers (1959), MacKinnon (1959, 1970) e Torrance (1965, 1970, 1987, 1993, 1995) têm contribuído para essa discussão, destacando a necessidade de uma abordagem educacional que valorize e cultive a criatividade.

A abordagem de Cropley enfatiza a criatividade como uma habilidade fundamental que deve ser desenvolvida ao longo da jornada educacional, preparando os alunos para enfrentar os desafios do mundo em constante mudança. Guilford, por sua vez, lançou as bases para a compreensão da criatividade, explorando seus componentes e dimensões. Rogers e MacKinnon enfatizaram a importância de um ambiente educacional que promova a liberdade de expressão e o desenvolvimento da criatividade como parte integrante do processo de aprendizado.

Por sua vez, Torrance é amplamente reconhecido por seu trabalho na criação de testes de avaliação da criatividade e na promoção da criatividade na educação. Esses autores contribuíram significativamente para a compreensão da criatividade como um aspecto vital da educação e do desenvolvimento humano.

A crescente ênfase na promoção da criatividade na educação reflete o reconhecimento de que a criatividade desempenha um papel fundamental na

preparação dos alunos para os desafios do século XXI. Cultivar a criatividade não apenas melhora o processo de aprendizado, tornando-o mais envolvente e significativo, mas também equipa os indivíduos com as habilidades necessárias para enfrentar problemas complexos e encontrar soluções inovadoras em suas vidas pessoais e profissionais. Portanto, a educação centrada na criatividade continua a ganhar importância à medida que busca-se preparar a próxima geração para um futuro em constante evolução (Kaufman; Beghetto, 2009).

Os professores desempenham um papel crucial ao criar ambientes escolares que incentivem a criatividade dos alunos e em sua prática pedagógica (Robinson 2009). Eles têm a capacidade de criar aulas envolventes e inspiradoras onde se constrói conhecimento e também incentivam os alunos a explorar novas ideias, questionar o status quo e desenvolver suas próprias habilidades criativas.

Além disso, ao propiciar um contexto escolar que valorize e promova a criatividade, as escolas podem ajudar a moldar uma geração de indivíduos que são mais propensos a buscar soluções inovadoras para os problemas que enfrentam. Isso não apenas beneficia os próprios alunos, mas também contribui para o progresso da sociedade como um todo, ao gerar uma força de trabalho mais criativa e capaz de enfrentar os desafios do século XXI. Portanto, reconhecer a escola como um terreno fértil para o desenvolvimento da criatividade é essencial para o avanço da educação e do pensamento criativo na sociedade (Kaufman; Beghetto, 2009).

3.3.1 Concepções de criatividade na educação

A criatividade é um fenômeno complexo e multifacetado (Alencar, 2003), e ao longo do tempo, várias concepções e teorias foram desenvolvidas na busca por compreendê-la. Aqui estão algumas das concepções de criatividade destacadas na literatura científica para o contexto educacional:

- **Concepção cognitiva:** essa concepção se concentra nos processos cognitivos subjacentes à criatividade. Ela explora como o pensamento divergente (Guilford), a associação livre de ideias, a flexibilidade mental e a fluência criativa contribuem para a geração de ideias originais e soluções para problemas (Sternberg, 1996).

- **Concepção psicométrica:** essa concepção enfatiza a medição da criatividade por meio de testes psicométricos. Ela se concentra na avaliação das habilidades criativas de um indivíduo por meio de testes padronizados, como o Teste de Pensamento Criativo de Torrance. Nessa abordagem, a criatividade é vista como uma capacidade mensurável (Torrance, 1983).

- **Concepção psicanalítica:** essa abordagem, associada ao trabalho de Sigmund Freud, sugere que a criatividade está relacionada a impulsos inconscientes e à expressão de desejos reprimidos. A criatividade é vista como uma forma de sublimação das tensões psicológicas (Freud, 2021).

- **Concepção de processo criativo:** essa concepção destaca a natureza interativa e não linear do processo criativo. Ela enfatiza a importância da preparação, incubação, iluminação e verificação como fases distintas do processo criativo, conforme proposto por Graham Wallas em seu modelo.

- **Concepção de personalidade criativa:** essa abordagem considera que a criatividade está relacionada à personalidade do indivíduo (Csikszentmihalyi, 2014). Sugere que traços de personalidade, como a abertura à experiência e a tolerância à ambiguidade, estão associados à criatividade (Guilford, 1967).

- **Concepção sociocultural:** essa concepção enfatiza o papel do ambiente social e cultural na promoção da criatividade. Ela sugere que fatores como interação social, educação, cultura e contexto influenciam a manifestação da criatividade (Vygotsky, 1934).

- **Concepção de domínio específico:** essa abordagem reconhece que a criatividade varia de acordo com o domínio ou área de atuação. Por exemplo, a criatividade na música pode ser diferente da criatividade na matemática. Ela enfatiza a expertise e o conhecimento específico de um campo (Sternberg, 1983).

- **Concepção interacionista:** essa concepção sugere que a criatividade é resultado da interação entre traços pessoais do indivíduo e fatores situacionais. Ela considera que a criatividade é moldada pela combinação única de características pessoais e contexto (Csikszentmihalyi, 2014).

Essas concepções não são mutuamente exclusivas e muitas vezes se complementam. A compreensão da criatividade no contexto educacional é uma área de pesquisa em constante evolução, e diferentes teorias e abordagens continuam a contribuir para uma visão mais abrangente desse fenômeno complexo.

3.3.2 *Mini-c creativity* de Kaufman e Beghetto

Kaufman e Beghetto, psicólogos contemporâneos, contribuíram para a compreensão da criatividade através de uma visão dinâmica e inclusiva da criatividade, destacando sua natureza maleável e contextual. Ao considerar a criatividade como algo pessoal e situado, eles enriqueceram as abordagens tradicionais, proporcionando uma compreensão mais holística e aplicável da expressão criativa em diferentes esferas da vida.

As teorias que abordam a criatividade geralmente a segmentam em dois tipos distintos: a criatividade eminente, frequentemente referida como *Big-creativity*, destinada a um seleto grupo de grandes realizadores, e a criatividade cotidiana, conhecida como *little-c creativity*, que se manifesta em atividades do dia a dia e é acessível a uma ampla gama de indivíduos (Kaufman; Beghetto, 2009).

Como exemplo da *Big-C creativity* cita-se indivíduos como Leonardo da Vinci, considerado um dos maiores gênios da história com contribuições que abrangem arte, anatomia, engenharia, matemática e muitos outros campos. Suas obras de arte, como a "Mona Lisa" e "A Última Ceia", são exemplos notáveis de criatividade no campo das artes visuais.

Albert Einstein, conhecido por sua teoria da relatividade, que revolucionou a compreensão da física e teve um impacto duradouro na ciência, também representa a *Big-C creativity*. Sua capacidade de pensar de forma criativa levou a avanços fundamentais na física teórica. William Shakespeare também é um realizador da *Big-C*, pois foi um dos mais célebres dramaturgos e poetas da língua inglesa. Suas obras, como "Romeu e Julieta" e "Hamlet", são consideradas algumas das maiores realizações criativas no campo da literatura e do teatro até hoje. Marie Curie, cientista pioneira no campo da radioatividade e ganhadora de dois Prêmios Nobel de Física e Química, também representa a *Big-C creativity*, pois suas descobertas tiveram um impacto profundo na ciência e na medicina.

Steve Jobs, cofundador da Apple, desempenhou um papel fundamental na revolução da tecnologia e do design de produtos eletrônicos, incluindo o desenvolvimento do iPhone e do iPad. Martin Luther King Jr. foi um líder dos direitos civis nos Estados Unidos e é famoso por seus discursos e ativismo que desempenharam um papel central na luta contra a segregação racial e a discriminação.

Os indivíduos citados acima tiveram um impacto duradouro em suas respectivas áreas e por isso são considerados exemplos de *Big-C creativity*. Suas contribuições transcenderam os limites convencionais e demonstraram um alto nível de criatividade e inovação.

A segunda categoria de criatividade, mais conhecida como *little-c*, refere-se a manifestações criativas mais cotidianas e comuns que ocorrem em diversas áreas da vida. Elas podem não ser tão notáveis ou impactantes quanto as realizações da criatividade *Big-C*, mas ainda assim desempenham um papel importante na vida diária (Kaufman; Beghetto, 2009).

Uma solução para um problema doméstico, como criar um organizador improvisado para economizar espaço ou desenvolver uma maneira eficiente de lidar com tarefas domésticas representam a *little-c creativity*, assim como elaborar uma refeição a partir dos ingredientes disponíveis na geladeira, ao usar a criatividade para inventar novas receitas ou adaptar pratos existentes com o que está disponível.

Escolher roupas, acessórios e penteados que refletem a personalidade e estilo pessoal; decorar a casa ou o espaço de trabalho, personalizando o ambiente com cores, móveis e decorações. Resolver problemas do cotidiano de maneira eficiente e original; encontrar soluções práticas e inteligentes para problemas comuns, como organizar o tempo, gerenciar as finanças ou otimizar as tarefas diárias. Fazer experiências e explorar novas ideias, tentar coisas novas, mesmo que pequenas, e estar aberto a novas experiências representam a *little-c creativity*.

Ela está presente em muitos aspectos da vida das pessoas. A *little-creativity* pode ser uma fonte de satisfação pessoal e melhorar a qualidade de vida da pessoa, mesmo que não resulte em realizações notáveis ou fama (Kaufman; Beghetto, 2009).

Todavia, esta divisão em apenas duas possibilidades de feitos criativos pode desestimular e inibir as construções e expressões dos alunos. Portanto, Kaufman e Beghetto propõem considerar um modelo de criatividade que leve em consideração as nuances, gradações e lacunas que existem entre a grande e a pequena criatividade, a fim de valorizar e incentivar a criatividade de maneira mais abrangente e socializada, para contribuir com o desenvolvimento do potencial criativo existente em todos os seres humanos.

Kaufman e Beghetto propõem um modelo chamado "*Four C's of Creativity*" (Quatro Cs da Criatividade), que expande e aprofunda a compreensão tradicional da criatividade. Nesse modelo, são adicionadas duas novas categorias: *mini-c creativity*,

que se refere à criatividade intrínseca ao processo de aprendizagem, e é neste trabalho explorado, e a *Pro-c creativity*, que representa o nível profissional de expertise em qualquer área. Os autores destacam diversas transições e gradações dentro dessas quatro dimensões da criatividade, fornecendo exemplos e vantagens do Modelo Quatro C.

A inclusão dessas duas categorias adicionais, *mini-c* e *Pro-c creativity*, às concepções tradicionais de criatividade, amplia as possibilidades no campo dos estudos da criatividade. Especificamente, o *mini-c* se alinha bem com as demandas e necessidades do mundo contemporâneo, pois reconhece a importância da criatividade em contextos educacionais (Kaufman; Beghetto, 2009).

Quadro 1 - Níveis e tipos de criatividade.

Big-C creativity	Big-C creativity é reservada para descrever o trabalho de uma pequena elite que transformou sua área com suas invenções. O trabalho é visto e aceito como inovador e disruptivo, mesmo que tenha sido considerado controverso quando foi criado pela primeira vez.
Pro-c creativity	Pro-c creativity é um tipo de criatividade que envolve tempo e esforço para se desenvolver (geralmente pelo menos 10 anos). Por ex. um cientista que trabalha em uma universidade que ensina e realiza pesquisas acadêmicas pode ser classificado nessa categoria.
Little-c creativity	Little-c creativity diz respeito a "agir com flexibilidade, inteligência e inovação no cotidiano" (CRAFT, 2005, p. 43). Isso resulta na criação de algo novo que tem "originalidade e significado" (RICHARDS, 2007, p. 5). Esse tipo de criatividade pode ser encontrado na atividade cotidiana de pessoas ao resolverem um problema complexo. Estudantes podem exercitá-la ao se envolverem em uma prática intencional em uma disciplina, por exemplo.
Mini-c creativity	Mini-c creativity é definida como a "interpretação nova e pessoalmente significativa de experiências, ações e eventos" (BEGHETTO & KAUFMAN, 2007, p. 73). Este é o tipo de criatividade acontece quando uma pessoa demonstra "flexibilidade, inteligência e inovação em seu pensamento" (CRAFT, 2005, p. 19). Essa expressão da criatividade pode estar implícita em ideias e conexões mentais criadas pelo estudante. Ela poderia descrever, por exemplo, a conquista de um aluno em encontrar várias maneiras diferentes de abordar um problema de matemática. Também poderia envolver uma nova conexão entre o conhecimento existente e uma nova informação que o ajudasse a entender o assunto de maneira mais completa.

Fonte: Kaufman e Beghetto (2009)

A criatividade *Pro-c* refere-se a um nível mais profissional e especializado de criatividade em uma determinada área ou disciplina. Não se refere à pequena elite dos grandes realizadores do *Big-C*, mas são indivíduos que alcançaram um alto nível de criatividade em suas respectivas áreas de atuação. Eles produzem trabalho de alta

qualidade e também influenciam seus campos de maneira significativa (Kaufman; Beghetto, 2009).

Um cientista que desenvolve uma teoria revolucionária que redefine a compreensão de um fenômeno natural representa a *Pro-c creativity*, assim como um pesquisador que inventa uma nova tecnologia médica que salva vidas e melhora a qualidade de vida dos pacientes; ou um engenheiro de software que desenvolve um aplicativo inovador que simplifica tarefas complexas; ou um designer de jogos que cria experiências de jogo cativantes e inovadoras; ou um empreendedor que lança uma startup de sucesso que oferece uma solução única para um problema do mercado.

Já a primária finalidade da avaliação no nível *mini-c* seria apoiar a ideação criativa e estimular a criatividade do aluno (Kaufman; Beghetto, no prelo). Em segundo lugar, eles podem ajudar educadores a identificar alunos que têm potencial criativo emergente e interesses em vários domínios bem como identificar alunos que podem sentir que têm pouco ou nenhuma habilidade criativa. Desta forma, os educadores estarão em uma posição melhor para apoiar e estimular os alunos a desenvolverem a criatividade.

A necessidade da concepção *mini-c* fica clara ao considerar os padrões usados para julgar as percepções criativas de alunos do ensino fundamental ou médio. A maioria dos professores está ciente de que nenhum de seus alunos provavelmente está na categoria *Big-C*. Ao tentar usar a categoria *little-c* para classificar a criatividade dos alunos, os insights também podem ser muito restritivos, desencorajando e esquecendo os alunos, ao invés de reconhecerem e nutrirem seus insights. Se a categoria *little-c* é a única alternativa para *Big-C*, as percepções criativas do aluno podem ser agrupadas com as de um estudante de graduação em astronomia, ou mesmo com as de um astrônomo profissional que está discutindo o assunto durante um programa no Canal Discovery. Nesta situação, o aluno é levado, mesmo implicitamente, para padrões injustos (Kaufman; Beghetto, 2009).

Mesmo quando comparado entre pares, as percepções criativas de alunos que atualmente carecem de experiência ou o conhecimento necessário para expressar plenamente suas ideias, pode ser esquecido em favor dos poucos alunos que podem de forma mais eficaz comunicá-las. Embora, comunicar de forma efetiva as ideias é um aspecto importante do desenvolvimento do pensamento criativo (Sternberg; Lubart, 1996), julgar o potencial criativo por este critério, em um estágio muito inicial, limita desnecessariamente quem é considerado criativo.

Consequentemente, o potencial criativo de muitos pode ser ofuscado pelas realizações criativas de poucos (Runco, 2004).

O construto *mini-c* destaca o pessoal (Runco, 1996; Vygotsky, 1967/2004) e aspectos de desenvolvimento (Cohen, 1989) da criatividade. A inclusão da criatividade *mini-c* no modelo de criatividade visa abordar o problema de agregar formas não tão importantes de criatividade na categoria *little-c*.

Mini-c é definido como a interpretação nova e pessoalmente significativa de experiências, ações e eventos (Beghetto; Kaufman, 2007). Este conceito segue a descrição de Runco (1996, 2004) de "criatividade pessoal"; também é semelhante à noção de Niu e Sternberg (2006) de "criatividade individual", bem como concepções de desenvolvimento de criatividade (Beghetto; Plucker, 2006; Cohen, 1989; Sawyer et al., 2003; Vygotsky, 1967/2004).

A criatividade *mini-c* é a capacidade de gerar ideias originais e soluções criativas para desafios que não necessariamente requerem um alto grau de expertise em um campo específico (Kaufman; Beghetto 2009). Ela pode ser observada em várias situações:

- Aprendizado: demonstrar criatividade ao abordar tarefas escolares, como projetos, redações e atividades de classe, desenvolvendo soluções únicas e inovadoras.
- Comunicação: expressar ideias de forma criativa em conversas, apresentações ou redações, usando metáforas, analogias e exemplos que cativam o público.
- Colaboração: contribuir com sugestões e soluções inovadoras em projetos de grupo.

O construto *mini-c* pode ser incentivado por professores, pais e mentores para florescer a criatividade. O modelo *Four-C* reflete a crença de que quase todos os aspectos da criatividade podem ser experimentados por quase todos (Richards, 1988). Afinal, todos os dias, alguém pode experimentar algo totalmente novo e experimentar a nova e pessoalmente significativa experiência de *mini-c*.

O Modelo Quatro C representa um modelo de desenvolvimento da trajetória da criatividade na vida de uma pessoa. O modelo oferece uma estrutura para conceituar e classificar vários níveis de expressões criativas e apontar caminhos potenciais de maturação criativa. Por exemplo, cedo na vida, um criador típico pode

estar começando a jogar com sua criatividade e explorar o *mini-c* enquanto ele ou ela descobre coisas novas. Embora não se veja uma idade específica, a maioria das pessoas experimentará o *mini-c* cedo na vida (Kaufman; Beghetto, 2009).

A trajetória de vida de uma pessoa, marcada por suas experiências, escolhas, anseios, desafios e oportunidades, influenciará a sua vivência em diferentes níveis criativos, como o *mini-c*, *little-c*, *Pro-c* e *Big-C creativity*. Para a maioria, o desenvolvimento do potencial criativo pode levar a uma progressão ascendente, alcançando patamares cada vez mais elevados de expressão criativa. É importante ressaltar que essa evolução pode ocorrer em ordens diversas, permitindo que alguém atinja o *Big-C* sem necessariamente ter percorrido os estágios do *Pro-c* ou *little-c*.

Assim, destaca-se que o *mini-c* não apenas contribui para o desenvolvimento individual, mas também cria uma base sólida para a progressão em direção a formas mais complexas de criatividade, como o *little-c*, *Pro-c* e *Big-C creativity*.

3.3.3 Criatividade e construcionismo

O psicólogo suíço Jean Piaget, por meio de cuidadosa observação e entrevistas com milhares de crianças, descobriu que elas construíam conhecimento ativamente a partir de suas interações cotidianas com pessoas e objetos. O conhecimento não é algo que possa ser despejado como água em um vaso; em vez disso, as crianças estão constantemente criando, revisando e testando suas próprias teorias sobre o mundo quando brincam com seus brinquedos e seus amigos. De acordo com a teoria construtivista de aprendizagem de Piaget, as crianças constroem o conhecimento ativamente, não o recebem passivamente; crianças não recebem ideias, mas sim criam ideias.

A aprendizagem construcionista é uma reconstrução teórica a partir do construtivismo piagetiano, proposta por Seymour Papert (1994 e 1986), originalmente em 1980. Papert concorda com Piaget (1976), em que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas.

A atitude construcionista implica na meta de ensinar, de forma a produzir o máximo de aprendizagem, com o mínimo de ensino. A meta do construcionismo é alcançar meios de aprendizagem fortes que valorizem a construção mental do sujeito, apoiada em suas próprias construções no mundo.

Piaget (1976) acredita que o processo de formalização do pensamento tem como base a maturação biológica, seguida de processos de interação com o meio, originando estágios universais de desenvolvimento. Papert (1986) enfatiza que essas etapas são determinadas, também, pelos materiais disponíveis no ambiente para a exploração da criança, e que, esse processo se intensifica à medida que o conhecimento se torna fonte de poder para ela. Isto explica o fato de certas noções serem mais complexas para algumas crianças compreenderem, por não terem como experimentá-las no cotidiano. Papert (1986) põe em relevo o estudo das operações concretas pesquisado por Piaget (1976) e critica pesquisadores e escolas que buscam como progresso intelectual, a passagem rápida da criança do pensamento operatório concreto para o abstrato (formal).

A abordagem de Papert tinha como base o que ele havia aprendido com Piaget: ver crianças como construtoras ativas do conhecimento, não como receptoras passivas. Seymour Papert deu um passo além, defendendo que as crianças constroem o conhecimento de forma mais eficaz quando se envolvem ativamente na construção de coisas no mundo, ou seja, quando estão criando. Ele chamou sua abordagem de construcionismo, porque une dois tipos de construção: à medida que as crianças constroem coisas no mundo, elas constroem novas ideias em suas mentes, o que as incentiva a construir novas coisas no mundo e assim por diante, em uma espiral infinita de aprendizagem.

Portanto, o construcionismo é uma abordagem pedagógica e filosófica que foi desenvolvida por Papert e outros pesquisadores, notavelmente influenciada pelas ideias de Jean Piaget. Essa abordagem destaca a importância da construção ativa do conhecimento pelos alunos por meio de experiências práticas e interativas.

No construcionismo, a aprendizagem é vista como um processo ativo no qual os alunos constroem ativamente o conhecimento, em contraste com a mera absorção passiva de informações, o que contribui para o desenvolvimento de sua criatividade. A teoria enfatiza a importância do envolvimento prático e da resolução de problemas como formas eficazes para o desenvolvimento humano. A ideia central é que os alunos aprendem melhor quando estão envolvidos em projetos significativos que têm relevância para suas vidas e interesses.

A tecnologia muitas vezes desempenha um papel significativo no construcionismo, fornecendo ferramentas e recursos para os alunos explorarem conceitos de maneira prática. Seymour Papert, por exemplo, desenvolveu a

linguagem de programação “Logo” como uma ferramenta para permitir que as crianças aprendessem matemática e lógica.

O construcionismo também destaca a importância do ambiente social na aprendizagem, incentivando a colaboração entre os alunos. A ideia é que a interação entre pares e a comunicação aberta contribuam para o processo de construção do conhecimento.

Desta forma, o construcionismo é uma abordagem educacional que coloca ênfase na aprendizagem ativa, na resolução de problemas práticos e na construção do conhecimento pelos próprios alunos, o que favorece o afloramento do potencial criativo. Essa abordagem visa criar ambientes de aprendizagem estimulantes e envolventes, onde os alunos se tornam construtores ativos de seu próprio entendimento.

É preciso desenvolver tecnologias e atividades para envolver crianças, adolescentes e jovens em experiências de aprendizagem interdisciplinares e em conformidade com os interesses deles e da comunidade. Segundo a BNCC, as escolas que promovem a criatividade junto a seus alunos ajudam na capacidade de “investigar causas, elaborar e testar hipóteses”. Além de “criar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas”.

O construcionismo e a criatividade têm uma relação intrínseca, pois ambas abordam a aprendizagem como um processo ativo e envolvente. O construcionismo e a expressão criativa do *mini-c* compartilham uma abordagem centrada no aluno, destacam a importância da atividade prática, da colaboração e do ambiente estimulante. Ao adotar princípios construcionistas, os educadores podem criar ambientes propícios para o desenvolvimento da criatividade em diferentes níveis, incluindo o *mini-c*, onde a expressão criativa dos alunos é valorizada e cultivada.

3.3.4 Ambiente de aprendizagem

O ambiente educacional deve favorecer o desenvolvimento das competências de criatividade e inovação no aluno, incentivar a reflexão, a liberdade, o engajamento, deve fomentar a autoconfiança e a responsabilidade. O ambiente educacional é parte essencial e indissolúvel do processo de aprendizagem na era da Educação 4.0 e do perfil profissional da Indústria 4.0 (Camargo Filho; Silva; Laburú, 2019). Para que a

criatividade seja melhor entendida, é importante observar o contexto em que ela está sendo manifestada (Csikszentmihalyi, 2014).

O ambiente físico da sala de aula desempenha um papel significativo no desenvolvimento da criatividade dos alunos. Ele pode influenciar a forma como os alunos pensam, interagem e se envolvem no processo de aprendizagem. O ambiente de sala de aula tem impacto significativo no rendimento acadêmico dos alunos (Paiva, 2011).

A criação de um ambiente de aprendizagem que estimule a criatividade requer consideração cuidadosa do espaço físico, da cultura da sala de aula e das práticas pedagógicas (Alencar, 2002). Organizar o espaço de forma a permitir a flexibilidade, dispondo os móveis em diferentes configurações, e se possível que os móveis sejam leves para facilitar as mudanças, para grupos pequenos e círculos de discussão, favorecendo a colaboração, interação, desenvolvendo e unindo as diversas habilidades diferentes que os alunos apresentam, ou seja, ter um layout e uma pedagogia flexíveis.

A possível criação e experimentação utilizando materiais recicláveis é fonte de baixo custo e pode proporcionar experiências interessantes. À medida que os alunos constroem eles colocam parte deles no que estão fazendo, isto gera paixão, pertencimento e eleva a autoestima (Hach, 2014). Uma ideia seria ter uma estante com materiais de criação, como papel, cola, tesoura, garrafas, papelão, massa de modelar e até um quadro para esboçar ideias.

Os recursos visuais também podem ser inspiradores, portanto, decorar o ambiente de aprendizagem com elementos visuais que inspirem a criatividade, incluindo obras de arte, seja de artistas famosos ou produções locais, cartazes motivacionais, citações e murais de projetos dos alunos (Alencar, 2002). As exposições das criações dos alunos podem ser rotativas e permitir que a decoração do ambiente seja atualizada regularmente. Isso mantém o ambiente fresco e dinâmico, de forma a incentivar exploração contínua.

A exposição de pinturas ou desenhos dos próprios alunos ou outras formas de arte podem estimular a imaginação e promover discussões. Introduzir elementos interativos na decoração, como quadros brancos, quadros-negros ou quadros de cortiça, pode fornecer aos alunos um espaço para colaboração, expressão e anotação de ideias (Hatch, 2014). Os educadores podem envolver os próprios alunos na criação e personalização do espaço para torná-lo verdadeiramente inspirador e criativo, além

do sentimento de pertencimento.

Colocar cartazes com mensagens motivacionais e citações inspiradoras nas paredes da sala de aula pode criar um ambiente positivo e encorajador. Essas mensagens podem lembrar os alunos da importância da criatividade, da perseverança e do pensamento inovador. Criar espaços de exibição dedicados aos projetos dos alunos pode demonstrar o valor que a escola atribui à criatividade. Isso também permite que os alunos compartilhem suas realizações criativas com os colegas, criando um senso de orgulho e comunidade (Hatch, 2014).

Incorporar elementos da natureza, como plantas ou materiais orgânicos, pode criar uma sensação de calma e inspiração no ambiente. A conexão com a natureza pode estimular a criatividade. Criar cantos de leitura aconchegantes com almofadas, tapetes e estantes de livros para incentivar a imaginação por meio da leitura e da narrativa. Além dos elementos visuais, considerar elementos sensoriais, como música ambiente suave, aromas agradáveis ou texturas táteis, pode criar um ambiente mais rico e envolvente que favorece a criatividade (Hatch, 2014).

Ter a cultura de um ambiente onde os erros são vistos como oportunidades de aprendizado, onde se incentiva o aluno, a arriscar e experimentar sem medo de julgamento, é um ambiente que favorece a criatividade. Valorizar e celebrar a diversidade, perspectivas e experiências dos alunos enriquece o ambiente. Fomentar a curiosidade e estimular a busca ativa pelo conhecimento através de perguntas a serem feitas pelos próprios alunos, e investigar os tópicos que lhe interessam associados ao objeto de estudo (Resnick, 2020).

Ter tempo para refletir e pensar de forma profunda favorece o pensamento criativo porque a criatividade muitas vezes surge quando os alunos têm tempo para processar informações e gerar novas ideias (Moraes, 2020).

Com relação às práticas pedagógicas dentro do ambiente, realizar atividades abertas e projetos que tenham múltiplas soluções possíveis e que permitam ao aluno explorar diferentes abordagens, com perguntas abertas, incentivam os alunos a pensarem criticamente e elaborarem repostas e argumentos (Moraes, 2020).

Evitar processos de avaliação focado na precisão da reprodução do conteúdo transmitido em sala de aula. Essa abordagem, como apontado por Mizukami (1986), reflete uma metodologia tradicional de ensino-aprendizagem, que se caracteriza pela mera transmissão de conhecimento.

Não é nova a ideia de que a avaliação deveria estar mais a serviço do aluno

do que do sistema educacional, pois embora se esteja discutindo o problema da avaliação nas escolas há muito tempo, um consenso está longe de ser atingido. O assunto é ainda considerado um grande desafio aos educadores e estudiosos da área da Educação (Caseiro; Gebran, 2008).

A avaliação formativa² pode oferecer feedback construtivo aos alunos, ajudando-os a melhorar suas habilidades ao longo do tempo (Passos, 2021). Por isso, realizar projetos autogeridos onde os alunos escolhem projetos que os interessem, dá-lhes autonomia para explorar tópicos que despertem sua paixão. A variedade de recursos de aprendizagem, incluindo livros, mídia digital, visitas físicas ou com recursos digitais, palestrantes e convidados podem favorecer o interesse e engajamento dos alunos.

Criar um ambiente de sala de aula que estimule a criatividade é um processo contínuo que requer adaptação às necessidades dos alunos e às mudanças na tecnologia e na cultura (Robinson, 2022). A chave é manter um ambiente acolhedor, colaborativo e aberto à experimentação, onde os alunos se sintam capacitados a explorar, questionar e criar.

3.3.5 Cultura maker, criatividade e seus impactos sobre a saúde mental

A formação do aluno deve ser o mais próximo possível da vida real, permitindo a aplicação prática do aprendizado – aprender fazendo – e, ao fim e a cabo, que faça uma aposta nas mudanças (Catto; Costa, 2020).

A necessidade de criar é uma parte saudável da natureza humana, frequentemente acompanhada de sentimentos de satisfação e prazer, que são elementos essenciais para promover o bem-estar emocional e a saúde mental. Evidências empíricas provenientes de estudos conduzidos por pesquisadores como Amabile (2001), Csikszentmihalyi (1996), e Alencar (1997a, 2006), entre outros, com amostras de profissionais reconhecidos por sua produção criativa, indicam que esses indivíduos frequentemente experimentam uma sensação de prazer e satisfação em seu trabalho.

Por exemplo, Csikszentmihalyi (1996), em sua pesquisa com escritores, cientistas de diversas áreas, músicos, empresários, historiadores, arquitetos e outros

² Prática de avaliação contínua que objetiva desenvolver as aprendizagens. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/181-Texto%20do%20Artigo-498-679-10-20100310.pdf>.

profissionais altamente criativos, observou que muitos deles descreviam seu trabalho como algo envolvente, divertido e prazeroso. Essas conclusões foram corroboradas por Alencar (1997a, 2006), que estudou pesquisadores reconhecidos por suas contribuições criativas.

Da mesma forma, Pannells e Claxton (2008) identificaram uma relação positiva e significativa entre a felicidade e a capacidade de gerar ideias criativas em uma amostra de estudantes universitários. Esses achados demonstram a estreita ligação entre a criatividade e a sensação de bem-estar, realçando o valor intrínseco da expressão criativa para a saúde mental e emocional das pessoas.

A cultura maker, também conhecida como movimento maker, é uma abordagem que valoriza a criação, a experimentação e a fabricação de objetos, dispositivos e projetos de forma prática e colaborativa. Ela enfatiza a ideia de que todas as pessoas têm o potencial criativo para projetar, construir e inovar em uma ampla variedade de áreas, desde eletrônica e tecnologia até artesanato, design e engenharia.

Mark Hatch, CEO da TechShop, uma rede de espaços de criação e prototipagem compartilhados dos Estados Unidos, onde as pessoas podem criar e construir projetos pessoais e profissionais escreveu e compartilhou em 2014 um livro intitulado *"The Maker Movement Manifesto"*, que é um chamado à ação para todos aqueles que desejam explorar seu potencial criativo e fazer parte de uma comunidade que valoriza a fabricação, a experimentação e a inovação.

O "Manifesto Maker" incentiva as pessoas a se tornarem makers em suas próprias vidas, seja construindo projetos de hobby, empreendendo novos negócios ou contribuindo para a solução de desafios globais. O livro destaca como a cultura maker pode desempenhar um papel significativo na construção de um futuro mais criativo e colaborativo. Fazer é fundamental para o que significa ser humano,; devemos fazer, criar e nos expressar para nos sentirmos inteiros (Hatch, 2014).

A cultura maker se baseia na ideia de que as pessoas devem ter acesso a ferramentas e tecnologia que lhes permitam criar e prototipar projetos. Isso inclui impressoras 3D, cortadoras a laser, kits eletrônicos, software de design, entre outros recursos. Aprender fazendo é um dos pilares da cultura maker. Em vez de apenas receber informações teóricas, os makers aprendem experimentando e construindo projetos reais, e isso promove a compreensão profunda à medida que experienciam e elaboram conhecimento.

Frequentemente os makers trabalham em projetos em equipe e compartilham seus conhecimentos e recursos com outros membros da comunidade maker. Isso estimula a colaboração e a criação coletiva a fim de ajudar uns aos outros a alcançar seus objetivos. Os makers frequentemente buscam soluções inovadoras para desafios e problemas do mundo real, pois a cultura maker estimula a inovação e o espírito empreendedor (Hatch, 2014).

A capacidade de criar e fabricar seus próprios produtos ou projetos dá às pessoas um senso de empoderamento e independência, o que contribui para a formação do seu caráter, elevação da auto estima e segurança pessoal, levando o maker a um nível de satisfação e felicidade que impacta positivamente em sua saúde mental, e principalmente em um mundo cada vez mais orientado para a tecnologia (Resnick, 2020).

Considerando que todo avanço tecnológico depende também de avanço nas políticas e práticas humanas e sociais, entende-se que a saúde mental é fundamental para a manutenção das capacidades criativa e produtiva do ser humano (Duarte, 2020).

"Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom" é um livro escrito por Sylvia Libow Martinez e Gary S. Stager. Publicado em 2013, o livro tem como foco a promoção da aprendizagem criativa e hands-on (prática) nas salas de aula, incentivando os educadores a adotarem abordagens construtivistas e a cultura maker para o ensino.

O livro defende que os estudantes devem ser encorajados a criar, construir e experimentar como parte integrante do processo educativo. Ele oferece uma variedade de ideias, projetos e recursos para ajudar os professores a incorporar a cultura maker em suas práticas pedagógicas. Além disso, destaca a importância do pensamento crítico, da solução de problemas e do desenvolvimento das habilidades do século XXI.

O envolvimento em atividades como criar projetos maker, pode ser uma forma eficaz de reduzir o estresse. Quando as pessoas se concentram em projetos, podem se distrair das preocupações do dia a dia e encontrar uma sensação de realização que diminui o estresse (Resnick, 2020).

A criatividade oferece uma saída para a expressão de emoções e pensamentos. Pessoas que se envolvem em projetos maker podem expressar

sentimentos e pensamentos de maneira não verbal, o que pode ser terapêutico e promover o autoconhecimento (Hatch, 2014).

Concluir projetos maker pode proporcionar um senso de conquista e autoestima. Quando as pessoas criam algo com as próprias mãos, podem sentir orgulho de suas realizações, o que contribui para uma mentalidade mais positiva (Hatch, 2014).

O envolvimento em projetos pode ajudar as pessoas a se concentrarem no presente, afastando-se de preocupações futuras ou remorsos passados. Isso está alinhado com a prática da atenção plena, que é conhecida por beneficiar a saúde mental. Resolver problemas e enfrentar desafios em projetos maker estimula o pensamento criativo e a resolução de problemas, o que pode manter a mente ativa e engajada (Resnick, 2020).

O aumento constante no número de diagnósticos de distúrbios neurológicos é motivo de preocupação em todo o mundo, tanto em termos de bem-estar humano quanto em seu impacto na economia. De acordo com um relatório publicado pela Organização Mundial de Saúde, estima-se que a cada ano, 6,9 milhões de pessoas percam suas vidas devido a distúrbios neurológicos. Essas questões relacionadas às neurociências assemelham-se a quebra-cabeças, com muitas peças separadas, sendo cada uma delas igualmente essencial para a compreensão global (Borges, 2015).

3.4 MENSURAÇÃO DA CRIATIVIDADE

As pessoas, culturalmente, sentem a necessidade de “medir”, “avaliar”, “quantificar”. Portanto, o presente subcapítulo apresenta uma compilação dos testes mais citados na literatura científica para mensurar o potencial criativo das pessoas, com vistas a identificar fortalezas e fraquezas para contribuir para o fortalecimento das primeiras e desenvolvimento das segundas.

A avaliação de características de personalidade ligadas à criatividade são as características específicas das pessoas criativas, entre as quais estão: tolerância para a incerteza e ambiguidade; autoconfiança; originalidade; entre outras (Torrance, 1972).

A criatividade, a priori e por natureza, escapa de uma medida exata (Gurgel, 2006). Assim como a literatura aponta inúmeras concepções para o termo criatividade,

muitos são os métodos encontrados na literatura científica para medir a criatividade. Embora muitos dos testes sejam confiáveis e apresentem resultados relativamente consistentes, ainda não se tem como saber se eles efetivamente medem a criatividade de uma forma que se aplique fora do contexto específico da situação de teste (Gurgel, 2006).

Hocevar e Bachelor (1989) apud Terra (1998) encontraram várias formas de trabalhos de mensuração, e classificaram oito grupos principais: testes de pensamento divergente; inventários de atitudes e interesses; inventários de personalidade; inventários biográficos; avaliações por professores, colegas e supervisores; julgamento dos produtos criativos; trabalhos com grandes competências; e auto relato de realizações e atividades.

Dentro da concepção psicométrica da criatividade, que é a busca pela mensuração do potencial criativo, temos a ótica de medir a habilidade das pessoas em pensar criativamente através dos testes que medem a capacidade dos indivíduos em pensar criativamente, apesar da maioria avaliar apenas a capacidade de pensamento divergente, ou seja, a habilidade de produzir associações remotas e originais a um estímulo. Um dos testes mais utilizados nas escolas é o *Torrance Tests of Creative Thinking* (TTCT).

O TTCT é um conjunto de testes de avaliação da criatividade desenvolvido por Ellis Paul Torrance, um renomado psicólogo educacional, na década de 1960. O TTCT é projetado para medir a capacidade criativa de indivíduos, especialmente crianças e adolescentes, embora também possa ser aplicado em adultos (Terra, 2000).

O TTCT é usado para avaliar uma ampla gama de habilidades criativas e é frequentemente aplicado em contextos educacionais. O teste consiste em várias tarefas que desafiam os participantes a gerar respostas originais e criativas para diferentes tipos de estímulos (Torrance, 1972).

Algumas das tarefas mais comuns do TTCT incluem desenhos parcialmente completos em que o participante deve completar a imagem a partir do que é fornecido. Isso avalia a capacidade de visualização e imaginação. Os participantes são convidados a criar desenhos a partir de um conjunto de linhas preexistentes, a fim de avaliar a capacidade de manipular elementos visuais para criar algo novo. Criar palavras novas ou incomuns a partir de uma sequência de letras fornecidas, para avaliar a habilidade verbal e o pensamento divergente. Inventar títulos para desenhos

ou imagens apresentadas, a fim de avaliar a capacidade de associação livre e imaginação verbal. E criar histórias a partir de um conjunto de imagens ou estímulos verbais, para avaliar a habilidade de criar narrativas originais.

As respostas dos participantes são avaliadas quanto à originalidade, fluência e flexibilidade, entre outros critérios, para determinar o nível de criatividade do participante. O objetivo do teste é oferecer informações sobre as habilidades criativas do participante, bem como insights sobre como desenvolver e estimular a criatividade (Torrance, 1960).

A "Bateria de Testes de Aptidões Criativas" (ou Creative Aptitude Test Battery) é um conjunto de testes que tem como objetivo avaliar as aptidões criativas de indivíduos em várias áreas ou domínios criativos, e pode ser aplicado nas instituições de ensino também. Essa bateria de testes foi desenvolvida para medir a capacidade de uma pessoa de se destacar em atividades criativas em diferentes contextos e disciplinas. Este trabalho de Guilford (1950) apud Colossi (2004) mede o chamado pensamento divergente.

Esta bateria geralmente inclui uma série de subtestes, cada um deles destinado a avaliar uma dimensão específica da criatividade. Alguns exemplos de subtestes comuns incluem:

Fluência verbal: aos participantes é solicitado gerar o maior número possível de palavras ou ideias relacionadas a um tópico específico em um período de tempo limitado. Isso avalia a capacidade de produzir ideias de forma rápida e abundante;

Flexibilidade cognitiva: os participantes são desafiados a pensar em diferentes usos para um objeto comum. Isso avalia a habilidade de abordar um problema de diferentes perspectivas;

Originalidade: os participantes são convidados a criar soluções originais para problemas complexos. A originalidade das respostas é avaliada;

Resolução de problemas complexos: os participantes enfrentam problemas que requerem soluções criativas e inovadoras;

Associação de ideias: aos participantes é solicitado criar associações entre palavras ou imagens, revelando a capacidade de conectar conceitos;

Pensamento divergente: os participantes são desafiados a gerar múltiplas respostas para uma única pergunta ou estímulo.

A avaliação de cada subteste é geralmente baseada em critérios específicos, como originalidade, fluência e flexibilidade das respostas. Os resultados da "Bateria

de Testes de Aptidões Criativas" podem ser usados para identificar e avaliar o potencial criativo de um indivíduo em várias áreas, como artes, ciências, negócios e educação.

Outro teste que pode ser utilizado no contexto educacional para avaliar a capacidade intelectual de uma pessoa (Almeida, 2004) é a "Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial". Trata-se de um teste de avaliação psicométrica que tem como objetivo medir as habilidades cognitivas e o raciocínio de um indivíduo em diversas áreas, como lógica, matemática, linguagem e resolução de problemas. A bateria de testes geralmente inclui uma variedade de tarefas que desafiam as habilidades cognitivas de um indivíduo.

Alguns exemplos comuns de tarefas encontradas em uma Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial podem incluir testes de matemática; testes de lógica (para medir a capacidade de identificar padrões); testes de compreensão verbal (compreender e interpretar textos escritos); testes de raciocínio abstrato: (raciocinar de forma abstrata, muitas vezes usando figuras geométricas ou símbolos); e testes de resolução de problemas.

A pontuação em uma "Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial" é usada para avaliar o nível de habilidade cognitiva de um indivíduo em comparação com uma amostra de referência ou uma norma estabelecida (Almeida, 2004). Essa pontuação pode ser usada para identificar áreas de força e fraqueza nas habilidades cognitivas dos alunos com o objetivo de desenvolvê-las.

Os testes psicológicos *Kirton Adaption Innovation Inventory* (KAI), medida unidimensional da criatividade em termos do estilo cognitivo, classifica os indivíduos em adaptadores e inovadores (Terra, 1998). Este teste foi desenvolvido por Michael J. Kirton na década de 1970 e parte da premissa de que as pessoas têm diferentes estilos de pensamento quando se trata de abordar problemas e desafios. Também é um teste que pode ser aplicado no contexto educacional, todavia é mais adequado para o contexto organizacional.

As classificações do KAI apresentam dois extremos: *Adaptation* (Adaptação), que são pessoas com uma preferência por adaptação, que tendem a viver dentro das estruturas existentes, fazendo ajustes e melhorias incrementais, que são eficientes em otimizar processos e seguir procedimentos estabelecidos; e o outro extremo, que é a *Innovation* (Inovação), onde as pessoas tendem a desafiar as normas e buscar

soluções não convencionais. Eles são propensos a criar novos métodos e abordagens, muitas vezes questionando o *status quo*.

A metodologia do KAI consiste em uma série de perguntas ou afirmações nas quais os participantes devem indicar sua concordância ou discordância. Com base nas respostas, o teste classifica os indivíduos entre "adaptador" a "inovador", refletindo suas preferências cognitivas. Além de identificar a preferência geral de alguém, o KAI também considera a "distância" entre a "preferência" e a "necessidade". Isso significa que o teste avalia não apenas o estilo de pensamento preferido, mas também a flexibilidade de alguém para se adaptar quando necessário. Por exemplo, uma pessoa com uma alta preferência por inovação mas que pode trabalhar em um ambiente que requer adaptação.

O KAI é frequentemente usado em contextos organizacionais para entender as dinâmicas de equipes e como os indivíduos contribuem para a inovação e a resolução de problemas em um ambiente de trabalho (Terra, 2000). Ele pode ajudar os líderes a criar equipes mais equilibradas, onde adaptadores e inovadores trabalham juntos de maneira eficaz. É importante observar que o KAI não julga um estilo de pensamento como superior ao outro; ambos têm seu valor em diferentes contextos. (Kirton, 1997)

Outra pesquisa apresentada por Moraes (2000) é a teoria de Tourangeau e Sternberg (1981), que propõe uma estrutura conceitual para compreender como as pessoas representam e processam informações na forma de proposições, ou seja, como estabelecem-se as declarações que expressam relações entre conceitos ou ideias. Essa teoria se concentra no princípio de que as pessoas codificam informações em proposições para facilitar o armazenamento, a recuperação e o processamento dessas informações (Moraes, 2000).

A estrutura geral das proposições na teoria de Tourangeau e Sternberg segue o formato "(X) é o (Y) de (Z)", onde:

(X) representa um sujeito ou um conceito

(Y) representa uma relação entre o sujeito e outra coisa

(Z) representa o objeto ou conceito com o qual o sujeito se relaciona por meio da relação (Y).

A teoria de Tourangeau e Sternberg sugere que as pessoas organizam suas informações em sua mente por meio dessas proposições para tornar o processamento cognitivo mais eficiente. Em vez de simplesmente armazenar uma lista de fatos

individuais, as informações são organizadas em relações proposicionais que facilitam a compreensão e a recuperação de informações.

Essa teoria tem implicações significativas em várias áreas, incluindo psicologia cognitiva, aprendizado e memória, processamento de linguagem e processamento de informações. Ela ajuda a explicar como as pessoas estruturam seu conhecimento e como esse conhecimento é utilizado para compreender o mundo ao seu redor.

O Wallach-Kogan Creativity Tests (WKCT) é um conjunto de testes desenvolvidos por Nathan Wallach e Nathan Kogan para avaliar a criatividade em crianças e adolescentes. Esse teste é projetado para medir várias dimensões da criatividade, incluindo pensamento divergente, originalidade e flexibilidade cognitiva. O WKCT é usado em contextos educacionais e de pesquisa para avaliar o potencial criativo de crianças em idade escolar.

O WKCT consiste em várias tarefas que desafiam os participantes a pensar de forma criativa e gerar soluções originais para diferentes tipos de problemas. Alguns dos principais componentes do teste incluem: finalizar desenhos incompletos; inventar histórias com base em imagens ou palavras-chave fornecidas; resolução de problemas; expressão verbal e escrita; pensamento flexível, ou seja, a flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de mudar de uma maneira de pensar para outra.

Os resultados do WKCT são avaliados com base em critérios que medem a originalidade, a fluência (quantidade de ideias geradas), a elaboração (complexidade e detalhes das ideias) e a flexibilidade do pensamento. Essas medidas ajudam a determinar o nível de criatividade de um indivíduo em diferentes áreas. O WKCT é frequentemente usado em pesquisas acadêmicas e na prática educacional para identificar alunos com habilidades criativas excepcionais e entender como a criatividade se desenvolve ao longo do tempo.

O Inventário de Criatividade de Purdue (*Purdue Creativity Inventory* - PCI) é um teste desenvolvido na Universidade de Purdue, nos Estados Unidos, como uma ferramenta para medir a criatividade em diversas áreas e contextos. O PCI é utilizado em pesquisas acadêmicas e pode ser aplicado em ambientes educacionais e organizacionais para avaliar a criatividade dos participantes.

O PCI avalia a criatividade por meio de perguntas que abordam diferentes aspectos da criatividade, que incluem: originalidade; fluência; flexibilidade; elaboração; e resolução de problemas. O teste pode ser administrado de forma

autoaplicada ou pode ser administrado por um examinador qualificado. As respostas dos participantes são pontuadas e analisadas para determinar o nível de criatividade nas áreas avaliadas.

O teste PCI é uma medida de autoavaliação da criatividade, o que significa que os participantes respondem com base em sua própria percepção de suas habilidades. Isso pode fornecer insights sobre como os indivíduos veem sua criatividade, mas também pode ser influenciado pela autoimagem e pela autoestima. Portanto, os resultados do PCI devem ser interpretados com cautela e em conjunto com outras informações sobre a criatividade do participante, assim como os outros testes.

Os testes psicométricos para mensuração da criatividade podem trazer contribuições e tendências, mas não possuem a fidedignidade de julgar ou caracterizar de forma definitiva e imutável um ser tão complexo como o ser humano. Mas certamente, são bons parâmetros e podem ser aplicados de forma complementar, em contextos e situações diferentes, a fim de buscar resultados mais próximos à realidade do indivíduo.

No ambiente educacional, os testes psicométricos de criatividade podem desempenhar um papel significativo no desenvolvimento do potencial criativo dos alunos. Eles podem ajudar na identificação precoce de alunos com habilidades criativas excepcionais. Identificar esses talentos permite que a escola adote estratégias específicas para nutrir e desafiar esses estudantes, a fim de oferecer oportunidades educacionais mais adequadas às suas necessidades.

Os resultados dos testes podem informar os educadores sobre os estilos de pensamento e potencial criativo de cada aluno. Com essa compreensão, os professores podem personalizar as abordagens de ensino para promover o desenvolvimento da criatividade de cada estudante, ao adaptar atividades e desafios de acordo com suas características individuais.

3.5 NEUROCIÊNCIA

A investigação exploratória das descobertas científicas no campo da neurociência proporciona uma perspectiva sobre o funcionamento do cérebro humano, especialmente no contexto da aprendizagem e criatividade. Ao desvendar os intrincados processos neurobiológicos relacionados à criatividade, os pesquisadores

têm procurado entender como o cérebro responde e contribui para a geração de ideias originais e soluções inovadoras.

A compreensão da criatividade não é apenas uma exploração dos processos cerebrais, mas também uma análise dos componentes psicológicos que influenciam a expressão criativa. As pesquisas realizadas por Jung (2013) destacam a importância da colaboração interdisciplinar da psicologia e da neurociência, a fim de permitir uma análise mais holística da criatividade, incorporando fatores como emoções, motivações e processos cognitivos complexos. Entender como diferentes áreas do cérebro interagem durante os momentos criativos e como fatores psicológicos influenciam esse processo é fundamental para desenvolver estratégias educacionais e abordagens pedagógicas que promovam a criatividade.

Essa abordagem neurocientífica da criatividade tem implicações práticas na educação, ao oferecer insights sobre como otimizar ambientes de aprendizagem para estimular a expressão criativa. Ao alinhar teoria e prática, a pesquisa nesse campo expande o conhecimento sobre a complexidade da mente humana, e também pode orientar estratégias educacionais eficazes e centradas no desenvolvimento do potencial criativo das pessoas.

3.5.1 Evolução histórica da pesquisa em neurociência

No início do século XIX o pesquisador Gall categorizou que para cada faculdade psicológica específica havia uma saliência do cérebro correspondente. Ele postulou 27 faculdades afetivas e intelectuais, que mais tarde foram ampliadas para 35 por Spurzheim. Para a época, dividir a mente em faculdades localizadas em órgãos cerebrais era uma afronta tanto para a igreja quanto para a ciência, porque o cérebro não era aceito como órgão da mente, nem como expressão da alma (Ximenes, 2017).

Estas ideias geraram preocupações entre alguns cientistas e foram rejeitadas pela Academia de Ciências em Paris, no entanto, exerceram influência sobre as gerações futuras. Spurzheim, tanto na Inglaterra quanto nos Estados Unidos, prosseguiu com suas pesquisas e publicações de artigos, dando publicidade às ideias que ele cunhou como "Frenologia³".

³ Estudo geral das faculdades intelectuais. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/frenologia>.

À medida que novas descobertas sobre lesões cerebrais relacionadas com as estruturas do cérebro surgiam, o trabalho de Gall se afastava cada vez mais da precisão. A Frenologia, no entanto, desempenhou um papel importante na orientação das pesquisas. Afinal, Gall acendeu a centelha que faltava para o desenvolvimento da concepção localizacionista das funções cerebrais. Ao representar o cérebro como uma unidade coesa, ele se afastou do pensamento dualista que prevalecia, onde havia uma separação entre a biologia e a mente (Ximenes, 2017).

O francês Pierre Flourens (1794 - 1867), por meio de experimentos cerebrais realizados em cães, coelhos e aves, interpretou os resultados como uma concepção holística ou globalista, na qual a função não pode ser atribuída a regiões específicas do cérebro, mas sim ao seu envolvimento integral em todos os processos mentais. Na época, ele baseava essa visão em pequenas lesões que deliberadamente causava nos animais, as quais aparentemente não resultavam em comportamentos distintos.

O francês Paul Broca (1824 - 1880) afirmou que a linguagem estava localizada de forma específica no córtex cerebral humano, após estudar o caso de um paciente que havia sofrido uma lesão no córtex frontal esquerdo. Esse paciente ainda era capaz de compreender a linguagem, porém, havia perdido a capacidade de falar. Após a morte desse paciente, foi possível identificar a região responsável pela linguagem.

Em 1909, foi publicado um novo mapa cerebral que delineava 52 áreas distintas. No entanto, ao contrário da frenologia, sua base não estava relacionada ao comportamento ou à personalidade, mas sim à presença de diferentes tipos de células nervosas em cada subdivisão. O histologista Korbinian Brodmann (1868 - 1918) conduziu estudos sobre os tipos de células encontradas no cérebro e sua distribuição no córtex, o que implicava na ideia de que células com estruturas físicas distintas poderiam desempenhar funções diferentes (Ximenes, 2017).

O histologista espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852 - 1934) demonstrou que o cérebro não era uma rede contínua, mas sim um conjunto de unidades celulares discretas, contrapondo-se à "teoria reticular" defendida por Camillo Golgi (1843 - 1926), na qual o sistema nervoso era considerado uma rede anatômica na qual as fibras estavam conectadas de forma material e inseparável. Cajal introduziu uma nova teoria, a teoria neuronal, que concebe o sistema nervoso como um conjunto de células individuais, cada uma especializada de acordo com sua região no cérebro, todas organizadas de maneira ordenada em um sistema complexo.

Cajal levantou uma questão sobre a possível existência de espaços diminutos entre as células nervosas, mas essa incerteza foi esclarecida por Charles Sherrington (1857 - 1952), um neurofisiologista que cunhou o termo "fenda sináptica" para descrever esses pequenos espaços intercelulares onde os impulsos nervosos são transmitidos de uma célula para outra. Essas conexões foram nomeadas como sinapses.

Nos anos 50, as primeiras técnicas de estimulação elétrica no cérebro humano foram conduzidas por Wilder Penfield (1891 - 1976). Durante essas pesquisas, Penfield fez uma descoberta significativa, demonstrando que reações específicas podiam ser provocadas por impulsos elétricos aplicados à superfície do córtex cerebral de pacientes acordados. Ele observou que a estimulação do córtex temporal parecia evocar experiências passadas que os pacientes consideravam autênticas. Com base nesses experimentos, Penfield formulou e estabeleceu uma relação entre a localização das funções mentais e o córtex cerebral.

A emoção também ganhou adeptos no final do século XIX. Os trabalhos de Charles Darwin, William James e Sigmund Freud evidenciaram a emoção na prática científica (Ximenes, 2017).

O triunfo da neurociência assenta nas técnicas de visualização cerebral em que é possível reconstituir com fidelidade o cérebro humano, localizar a atividade neuronal durante a realização de uma tarefa e identificar uma área cerebral lesionada (Kandel, 2000).

A ressonância magnética funcional (fMRI) oferece a capacidade de obter imagens do cérebro em pleno funcionamento. A máquina detecta as propriedades magnéticas do oxigênio utilizado pelos neurônios durante sua ativação, permitindo a medição do fluxo de sangue oxigenado dirigido a áreas específicas (Ashby, 2019).

Outra abordagem para avaliar a atividade neuronal é a medição dos impulsos elétricos gerados pelos neurônios por meio de estudos eletrofisiológicos. Através do eletroencefalograma (EEG), eletrodos colocados na superfície do couro cabeludo registram a resposta elétrica produzida por uma população de neurônios durante estímulos cognitivos. Essa atividade elétrica também gera um campo magnético que pode ser detectado por meio da Magnetoencefalografia⁴ (MEG) usando uma câmara apropriada.

⁴ Técnica de imagem cerebral que mede os campos magnéticos gerados pela atividade elétrica do cérebro, proporcionando informações detalhadas sobre a função cerebral em tempo real.

A MEG é uma técnica neurofisiológica que permite medir a atividade elétrica do cérebro. Ela é semelhante ao EEG, mas em vez de registrar as correntes elétricas diretamente, a MEG detecta os campos magnéticos gerados pela atividade elétrica dos neurônios.

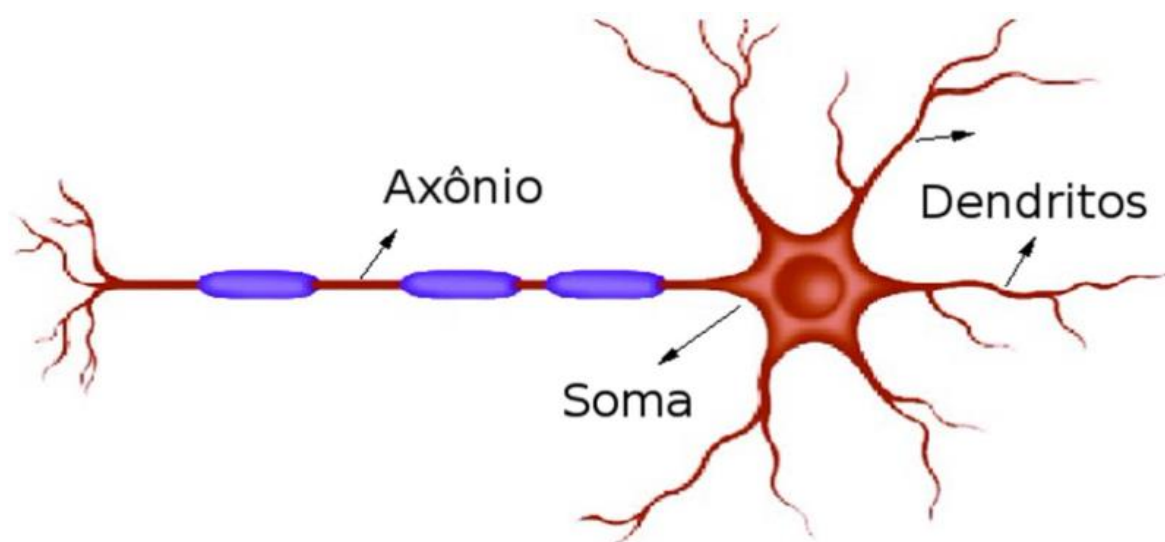
Na MEG, os pacientes usam um capacete especial que contém sensores supercondutores sensíveis a campos magnéticos extremamente fracos. Quando os neurônios do cérebro se tornam ativos, eles geram correntes elétricas que, por sua vez, produzem campos magnéticos minúsculos. Esses campos magnéticos são detectados pelos sensores da MEG e registrados para criar mapas da atividade cerebral em tempo real.

A MEG oferece alta resolução temporal e espacial. Isso significa que ela pode identificar com precisão quando e onde a atividade cerebral está ocorrendo. Essa informação é útil para entender funções cerebrais específicas, localizar áreas de atividade em pacientes com distúrbios neurológicos e auxiliar em procedimentos cirúrgicos que envolvem o cérebro.

3.5.2 Neurônios e sinapses

O neurônio é uma célula e varia em forma, tamanho e conexões. Ele possui um corpo celular, onde a partir dele se ramificam os dendritos, responsáveis por receber a informação provinda de outro neurônio e pela transmissão da mesma ao soma.

Figura 9 - Componentes básicos de um neurônio



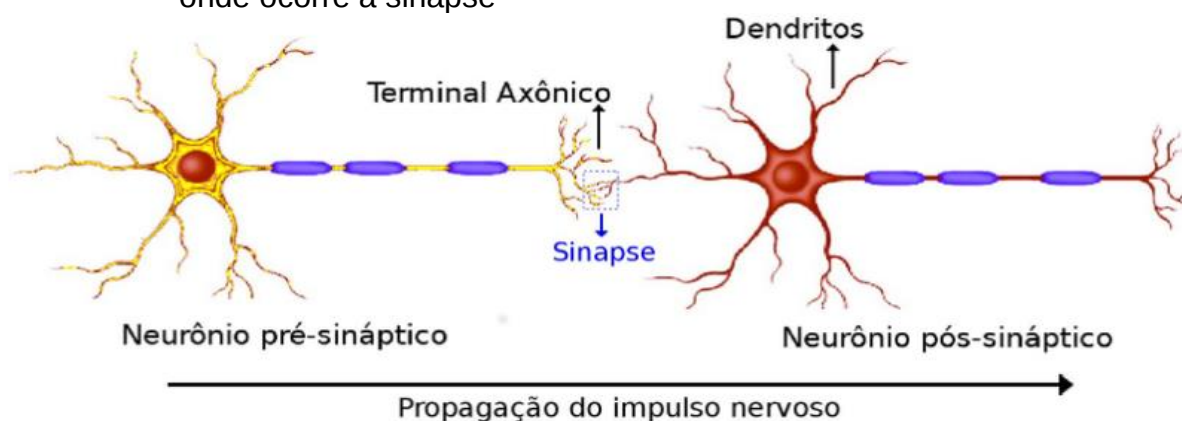
O soma é a parte central do neurônio, onde estão presentes as organelas e o núcleo. Os dendritos são numerosos prolongamentos que recebem estímulos nervosos e os transmitem para o corpo da célula e o axônio. O axônio possibilita a condução das informações através de terminações sinápticas, que partem do corpo celular até outro local mais distante (Borges, 2015).

Alguns neurônios respondem a estímulos disparando potenciais de ação a uma frequência constante, outros neurônios podem não apresentar uma taxa de disparos constante, então disparam no início do estímulo e, logo na sequência diminuem a taxa de disparos mesmo que o estímulo ainda permaneça (Borges, 2015).

A atividade neuronal é caracterizada por um disparo neuronal. Este tipo de comportamento é característico da evolução temporal do potencial de ação da membrana de algumas células neuronais. Na ausência de uma corrente (uma perturbação ou estímulo externo), o potencial permanece constante. Entretanto, dependendo do estímulo fornecido à célula, o potencial da membrana começa a variar, até que atinge um limiar. A partir desse limiar a subida é rápida até atingir a amplitude máxima. O retorno ao potencial de repouso é mais lento que a ascensão ao pico e, durante o intervalo de quando o potencial retorna ao valor do limiar até alcançar novamente o potencial de repouso, temos um período refratário, onde o neurônio fica quiescente até poder disparar novamente (Jung, 2013).

Os valores de potencial sofrem modificações devido às junções (fendas) conhecidas como sinapses. Nas sinapses, um neurônio influencia diretamente outro ou outros neurônios, através da transmissão de sinais elétricos ou químicos. O neurônio que ocasiona a alteração é chamado pré-sináptico, enquanto o neurônio que sofreu a ação é chamado pós-sináptico (Ximenes, 2010).

Figura 10 - Neurônios pré e pós-sinápticos, demonstrando a região de acoplamento onde ocorre a sinapse



O estudo das sinapses é fundamental para a compreensão da comunicação entre células nervosas e a transmissão de informações no sistema nervoso. As sinapses foram observadas e estudadas desde as décadas de 1950 e 1960.

As sinapses foram observadas e documentadas em 1959 por Edward Gray, que publicou fotomicrografias da fenda sináptica. Essa descoberta foi um marco importante na neurociência, pois permitiu aos cientistas entenderem como os neurônios se comunicam uns com os outros e com outras células do corpo.

As sinapses são estruturas microscópicas de contato entre neurônios e/ou outras células. Elas representam a transmissão de sinais elétricos ou químicos no sistema nervoso (Gray, 1959).

Nas sinapses elétricas ocorre uma transmissão direta de íons carregados eletricamente entre os neurônios por meio de junções comunicantes ou *gap junctions*. Isso permite uma transmissão rápida de impulsos elétricos de um neurônio para outro. No entanto, as sinapses elétricas não processam informações de maneira complexa e são mais envolvidas na sincronização da atividade neuronal.

Nas sinapses químicas, a transmissão ocorre por meio de sinais químicos, especificamente neurotransmissores, que são liberados pelo neurônio pré-sináptico na fenda sináptica e depois se ligam aos receptores no neurônio pós-sináptico. Essa interação química permite a transmissão e a modificação de informações entre os neurônios. As sinapses químicas podem ser excitatórias (quando aumentam a probabilidade de um novo impulso nervoso) ou inibitórias (quando diminuem a probabilidade de um novo impulso).

Portanto, as sinapses são fundamentais para a comunicação e a transmissão de informações no sistema nervoso. As sinapses desempenham papéis específicos na coordenação das atividades neurais, na formação de memórias, na aprendizagem e no processamento de informações em todo o cérebro. Suas propriedades elétricas e químicas desempenham papéis complementares nas funções complexas do sistema nervoso.

Figura 11 - Sinapse

Fonte: <https://psicoativo.com/2017/01/sinapses-partes-funcoes-e-tipos-de-sinapses.html>

A sinapse é responsável pela comunicação entre um ou mais neurônios, sua função é enviar sinais através da transmissão sináptica, que é transmitida de um neurônio a outro e acontece quando os terminais dos axônios liberam neurotransmissores, podendo ser químicas ou elétricas. “A sinapse é capaz não só de transmitir mensagem entre duas células, mas também de bloqueá-las ou modificá-las inteiramente” (Krebs; Weinberg; Akesson, 2013). Assim, as sinapses se formam durante o aprendizado assim como outras se perdem. Novas conexões se formam após a aprendizagem de uma nova tarefa, assim se refazem através da sinapse.

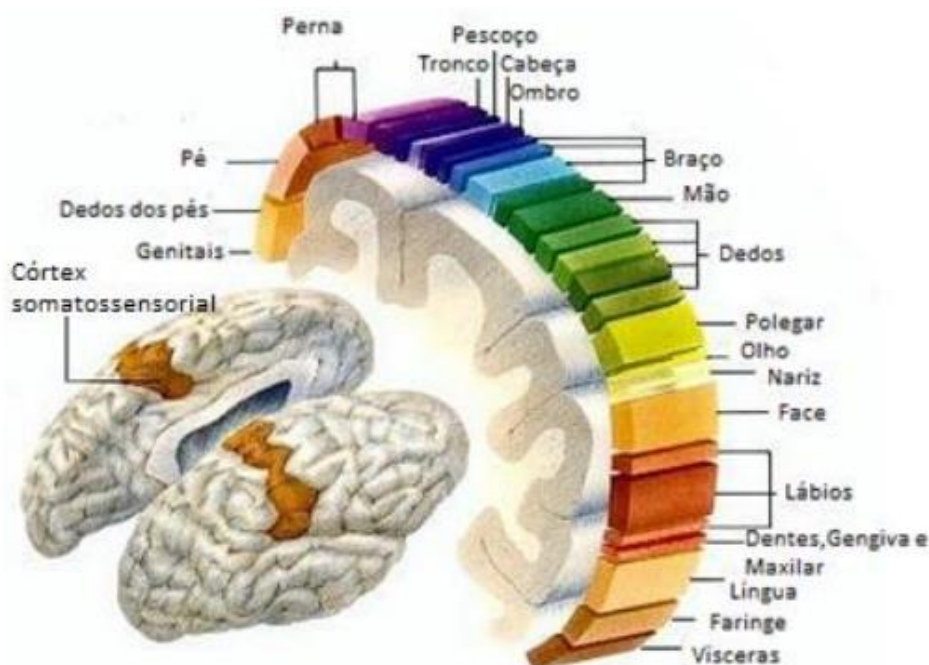
A comunicação intracelular, neste caso, intraneuronal, é conduzida por meio de impulsos elétricos que transmitem e propagam as informações recebidas. Esses influxos provocam a liberação de neurotransmissores, moléculas químicas, nas ramificações axonais, conhecidas como terminações axonais. Esses neurotransmissores são liberados no espaço sináptico e são recebidos pelas dendrites específicas de outro neurônio, dando origem à comunicação intercelular, também conhecida como interneuronal, por meio das sinapses (Ximenes, 2010).

As informações dos receptores sensoriais que chegam ao córtex e as informações enviadas do córtex para os músculos são cruzadas, isto é, os

movimentos ou as sensações de um lado do corpo são orientados ou recepcionadas pela parte contrária do cérebro (Ximenes, 2010).

A medula espinhal é a principal via condutora das informações providas do cérebro. É através da medula espinhal que as informações sensoriais chegam ao cérebro permitindo, se necessário, a resposta motora, e exerce a sua função nos reflexos simples e complexos (Ximenes, 2010).

Figura 12 - Córtex sensorial e a relação com áreas do corpo

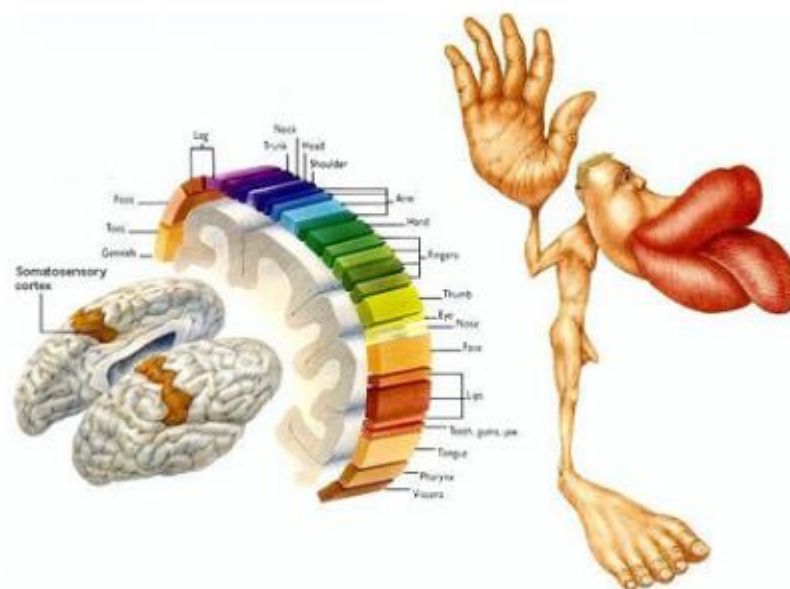


Fonte: <https://pt.slideshare.net/karitabotelho/anatomia-do-sistema-nervoso-i>

Essa região do cérebro é o córtex somatossensorial⁵, destacada em amarelo, e também com colorido variado para representar as diferentes regiões do corpo. Penfield, um neurocirurgião, representou o corpo com a sensibilidade correspondente e obteve a figura desse homem engraçado logo abaixo. É chamado de “homúnculo sensorial”. As regiões proporcionalmente exageradas correspondem a regiões com maior densidade de receptores e maior capacidade discriminativa. As mãos, a face, os lábios e a língua são muito mais sensíveis do que o tronco, nádegas, genitais, braços, pernas e pés.

⁵ As informações sensoriais são interpretadas para gerar sensações e percepções. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5636125/mod_resource/content/1/Somatossensorial_Aula_Slides.pdf

Figura 13 - Córtex somatossensorial e “homúnculo sensorial”



Fonte: <http://universe-review.ca/I10-13-homunculus.jpg>

Uma característica essencial dos seres humanos é o que fazem com todas as informações que recebem. Estas informações são constantemente recebidas pelos sensores e tratadas. As “imagens” que são formadas requerem atenção e buscam a memória de trabalho, que está na mente; ordenar e exibir internamente estas imagens resulta no processo denominado pensamento; e esse pensamento influencia o comportamento e a escolha da próxima ação (Damásio, 1998).

No processo descrito por Damásio, a transformação de representações neurais em imagens mentais é um complexo trajeto que perpassa diferentes etapas. Inicialmente, ocorre uma mudança física ou química nos circuitos de neurônios quando se aprende ou experimenta algo novo, resultando em representações neurais que são como marcas no cérebro em resposta a estímulos ou informações. Ocorrem modificações microestruturais nos componentes dos neurônios, tais como corpos celulares, dendritos e axônios.

Em seguida, ocorre a transformação das representações neurais, onde as modificações microestruturais nos neurônios e as sinapses representam o armazenamento da informação no cérebro, como traços que registram o que foi aprendido ou experimentado. Esta fase representa a transição das mudanças biológicas para informações significativas. Isto consiste na interpretação das mudanças nas conexões neurais como informações significativas, resultando na

formação de imagens mentais. Este processo envolve a percepção interna dessas mudanças como elementos tangíveis na mente humana, construindo assim as representações mentais da experiência.

Por fim, estas imagens mentais se integram à experiência pessoal, tornando-se memórias, pensamentos, emoções e sensações. Cada indivíduo experimenta essas imagens como parte intrínseca de sua própria realidade interna, refletindo a complexidade e individualidade do processo cognitivo humano. Assim, a jornada desde as mudanças neurais até a percepção interna das imagens mentais é útil para a compreensão de como os seres humanos constroem e interpretam o mundo ao seu redor.

As células nervosas dedicadas ao processamento de informações visuais, sons e cheiros estão organizadas em regiões específicas do cérebro. Essas áreas especializadas desempenham funções distintas para cada sistema sensorial. Há partes do cérebro que são responsáveis pelo processamento visual, auditivo e olfativo. Dentro dessas amplas áreas sensoriais, existem subáreas que desempenham funções especializadas e dentro dessas subáreas, há subdivisões ainda menores, cada uma com uma função específica na análise de informações sensoriais (Ximenes, 2017).

Cada sistema sensorial possui seus próprios mecanismos de atenção e memória de trabalho, adaptados às necessidades específicas desse sistema. No entanto, quando se trata de processos de atenção global e memória de trabalho que envolvem múltiplos sistemas sensoriais e a integração de informações, estudos em seres humanos sugerem que os córtices pré-frontais e algumas estruturas do sistema límbico⁶ desempenham um papel essencial (Ximenes, 2017)

A capacidade de aprendizado tem início desde os primeiros momentos da vida. Ao nascer, o número de células cerebrais é praticamente o mesmo que no estágio adulto, embora algumas células sejam geradas após o nascimento, principalmente no cerebelo e no hipocampo (Blakemore; Frith, 2009).

Logo após o nascimento, ocorre um aumento nas conexões cerebrais. As dendrites das células cerebrais se expandem, e um fenômeno conhecido como

⁶ Tem a função psíquica de avaliar afetivamente as circunstâncias da vida, realizar a integração do sistemas nervoso, endócrino e imunológico e organizar uma reação adequada. NISHIDA, Silvia Mitiko. **Neurobiologia das emoções:** sistema límbico. Unesp. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/aula27.sistema_limbico_silvia.pdf. Acesso em: 19 nov. 2023.

sinaptogênese⁷ ocorre, envolvendo o desenvolvimento de sinapses. Conforme Blakemore e Frith (2009) explicam, as conexões mais utilizadas são preservadas, enquanto as conexões menos utilizadas são eliminadas, um processo conhecido como remodelação sináptica.

Existem períodos específicos durante o desenvolvimento em que a propensão para a aprendizagem é maior. No entanto, se houver privação de estimulação sensorial em uma fase inicial, o cérebro ainda possui a capacidade de adquirir essa estimulação em fases mais avançadas, devido às habilidades de adaptação. De acordo com Blakemore e Frith (2009), esses são conhecidos como "períodos sensíveis".

Os períodos sensíveis frequentemente são comparados a uma janela de oportunidade para a aprendizagem, que se fecha abruptamente após um período crítico de desenvolvimento. Essas janelas para aprendizado mais eficiente estão disponíveis, mas a própria experiência é responsável por fechá-las (Blakemore; Frith, 2009, p. 52).

A prática de aprendizagem por repetição é frequentemente utilizada para adquirir informações, mas é crucial não apenas armazenar essas informações, mas também disponibilizá-las em situações relevantes. O objetivo principal não é eliminar o método de aprendizado por repetição, que pode ser útil em algumas circunstâncias, mas sim adaptar um estilo de aprendizado específico para cada indivíduo e fornecer ferramentas que permitam o acesso às informações adquiridas de forma eficaz (Ximenes, 2017).

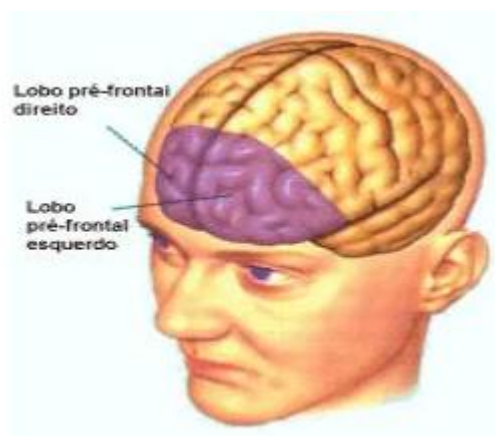
O processo de aprendizado vai além da simples atenção e memorização; ele envolve a capacidade de inferir novas informações com base na experiência e na aplicação do que foi aprendido. Os estudantes memorizam informações quando percebem que essas informações são úteis para suas ações, mesmo que seja apenas para evitar reprovação. O papel do sistema executivo no processo de aprendizagem está principalmente relacionado ao controle da atenção, que, como observado por Pereira Jr. (1998), é inato em termos de aprendizado escolar. O autor ressalta que, se o aluno não estiver motivado a aplicar o conteúdo que está sendo ensinado em suas

⁷ É o processo de formação de sinapses entre os neurônios do sistema nervoso central. SANTOS, Beatriz dos. **Guanosina e neuroplasticidade**: estudo de proteínas envolvidas na sinaptogênese e na transmissão glutamatérgica e purinérgica. 2020. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

ações, ele não concentrará adequadamente sua atenção nesse mesmo conteúdo e não aprenderá.

Pesquisadores identificaram que várias regiões cerebrais estão envolvidas na criatividade, incluindo o córtex pré-frontal, o córtex parietal posterior e o córtex cingulado anterior. Essas áreas trabalham em conjunto em redes específicas que facilitam a geração de ideias originais. Estudos de ressonância magnética funcional (fMRI) mostraram que a criatividade envolve um fluxo dinâmico de informações entre diferentes partes do cérebro, permitindo a combinação de informações e associações de maneiras novas (Jung, 2016).

Figura 14 - Córtex pré-frontal



Fonte: <https://fmecenas.wordpress.com/2011/01/07/deficit-de-atencao-hiperatividade/>

O córtex pré-frontal é uma região do cérebro localizada na parte frontal do córtex cerebral, logo atrás da testa. É uma das áreas mais complexas e altamente desenvolvidas do cérebro humano e desempenha um papel crucial em várias funções cognitivas e comportamentais (Ximenes, 2010).

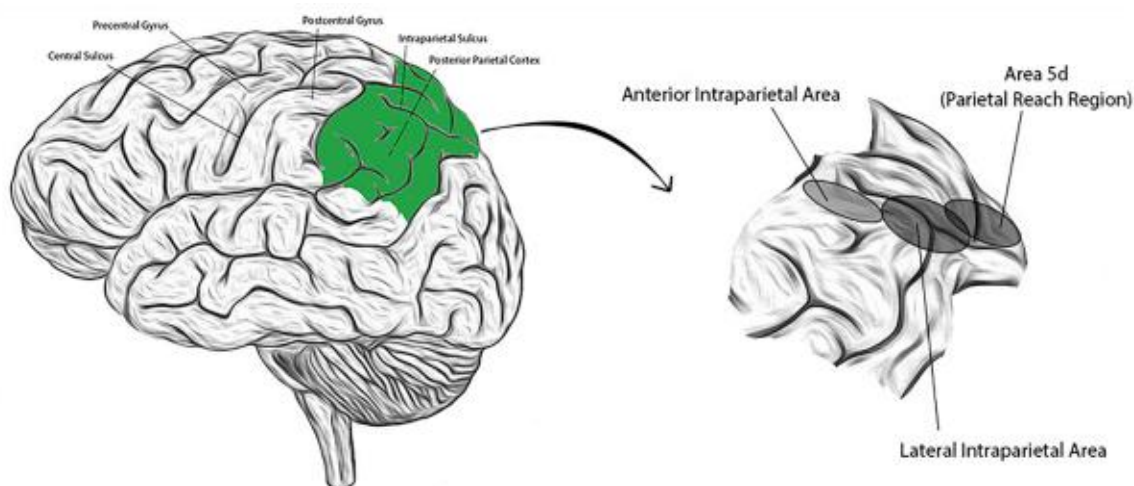
Algumas das funções associadas ao córtex pré-frontal incluem a tomada de decisões, planejamento e organização, ajuda a inibir comportamentos impulsivos e a regular as respostas emocionais, abriga a memória de trabalho⁸, o pensamento abstrato e a resolução de problemas complexos, a personalidade e a identidade. O córtex pré-frontal também é uma das últimas áreas do cérebro a amadurecer durante o desenvolvimento humano, o que significa que suas funções continuam a se

⁸ Manutenção temporária de informações necessárias para tarefas cognitivas em curso.

desenvolver até a idade adulta, o que é essencial para a cognição e o comportamento humano (Jung, 2013).

O córtex pré-frontal tem capacidade para receber informações múltiplas de todo tipo, tanto externa quanto interna, sensorial ou afetiva, processá-la e organizá-la e oferecer uma resposta categorizada e orientada. Esta resposta pode ter uma expressão motora, que pode ser a linguagem, ou pode permanecer simplesmente como pensamento ou desejo. Para atingir tal objetivo, deve-se saber selecionar e ordenar os atos individualmente de acordo com o que a pessoa quer executar. Em síntese, o córtex frontal é essencial para que se possa estruturar o pensamento abstrato e organizar suas possíveis condutas, em função dos objetivos (Silva, 2006).

Figura 15 - (Esquerda) Vista lateral do cérebro humano com pontos de identificação (o córtex parietal posterior é colorido em verde); (Direita) o córtex parietal posterior é expandido e as localizações aproximadas de três sub-regiões marcadas são indicadas pelas elipses sombreadas correspondentes



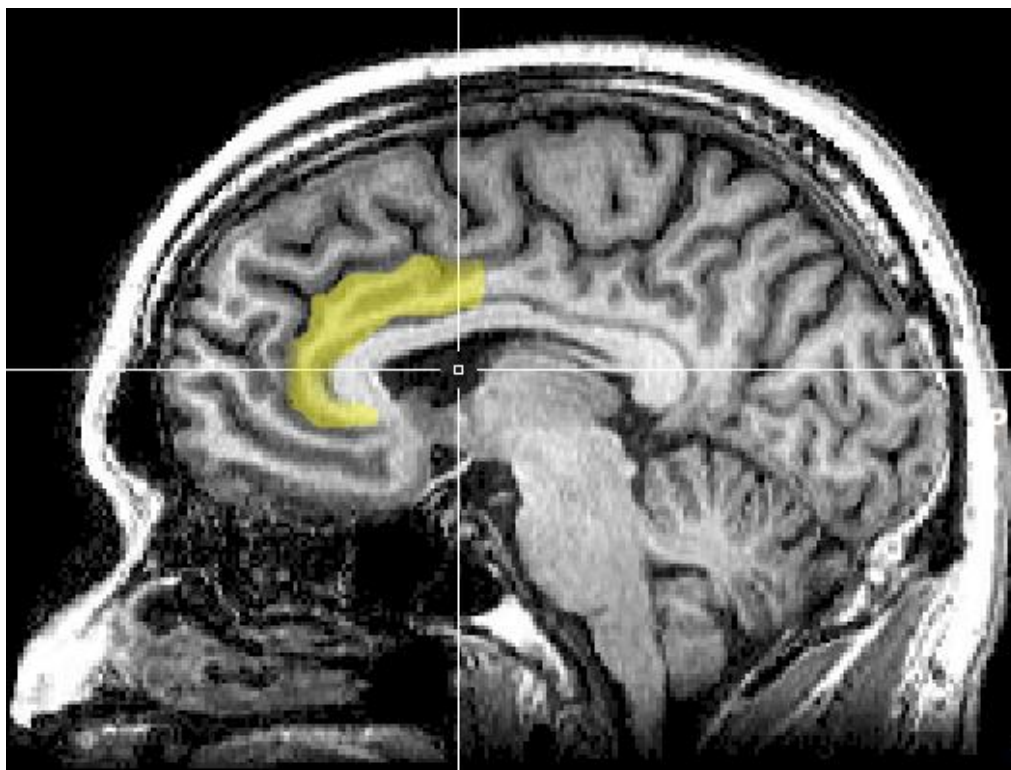
Fonte: <https://medicalxpress.com/news/2020-03-trauma-relapse-context.html>

O córtex parietal posterior é responsável por processar informações somatossensoriais, ou seja, informações relacionadas ao tato, pressão, temperatura, dor e propriocepção (a capacidade de perceber a posição do corpo e o movimento das partes do corpo). Ele ajuda a mapear a superfície do corpo e a localizar a origem das sensações (Ximenes, 2010).

Também é responsável pela percepção espacial, que inclui a capacidade de perceber a localização de objetos no ambiente, a percepção da relação entre o corpo

e o ambiente, habilidades motoras. O córtex parietal posterior também participa da habilidade de reconhecer números, realizar cálculos matemáticos simples, atenção, memória de trabalho e resolução de problemas (Ximenes, 2010).

Figura 16 - Córtex cingulado anterior. Corte sagital de ressonância magnética com realce indicando a localização do córtex cingulado anterior



Fonte: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSmxf604GYvyXuOUVNHlbuPpbM7jUWMCqwflZnMs2_E0UsjMs-z

O córtex cingulado anterior é uma região do cérebro localizada na parte frontal do córtex cingulado, que é uma parte do cérebro associada ao sistema límbico. Essa área desempenha um papel importante em várias funções cognitivas e emocionais, como a regulação emocional, tomada de decisão, controle de conflitos planejamento, organização, flexibilidade mental, atenção e memória de trabalho. Esta região também é responsável pela percepção e processamento da dor, desempenhando um papel na avaliação da intensidade e do significado emocional da dor (Jung, 2013).

O córtex cingulado anterior é ativado durante interações sociais e desempenha um papel na compreensão das emoções e intenções com outras pessoas, contribuindo para a empatia e a resposta social adequada, memória e aprendizado: Embora sua função principal não seja a memória, o córtex cingulado

anterior também pode desempenhar um papel relevante na memória e no aprendizado em contextos emocionais (Ximenes, 2010).

Esta região do cérebro se destaca pela regulação das respostas emocionais e no processamento cognitivo associado a situações desafiadoras, e sua atividade está interligada com outras regiões cerebrais (Ximenes, 2017).

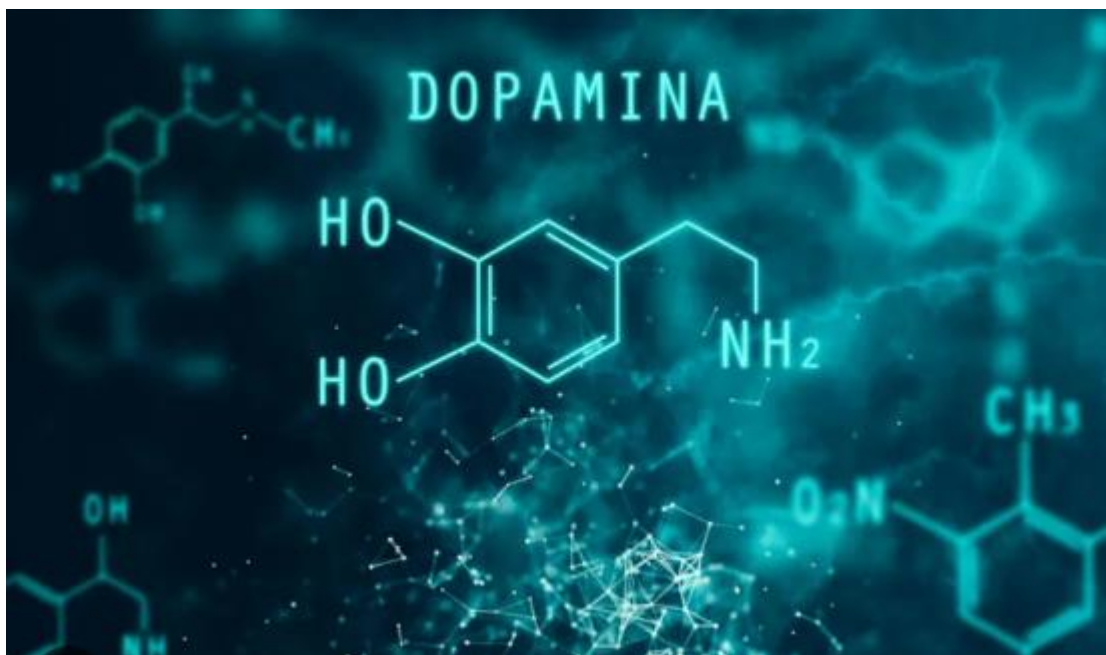
A dopamina é um neurotransmissor que desempenha um papel importante na criatividade. Ela é uma substância química que transmite sinais no cérebro e em outras partes do sistema nervoso. Ela desempenha várias funções importantes no cérebro como a regulação do humor e das emoções. Estudos indicam que níveis adequados de dopamina estão associados a sentimentos de bem-estar e prazer, enquanto níveis baixos de dopamina podem estar relacionados a distúrbios do humor, como a depressão.

Figura 17 - Representação de bem-estar gerado pela dopamina



Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-61303597>

A dopamina é frequentemente chamada de "neurotransmissor da recompensa". Ela é liberada quando se experimenta recompensas naturais, como comida, sexo ou sucesso. Isso motiva a busca por recompensas e a aprender com as experiências. Este neurotransmissor também está envolvido em várias funções cognitivas, como memória, atenção e resolução de problemas. A dopamina pode afetar a capacidade de concentração e tomar decisões.

Figura 18 - Dopamina

Fonte: <https://www.biologianet.com/anatomia-fisiologia-animal/dopamina.htm>

A dopamina desempenha um papel crítico no aprendizado e no reforço de comportamentos. Em situações de estresse ou perigo, a dopamina pode ser liberada para preparar a pessoa para a ação. Ela pode aumentar o estado de alerta e a capacidade de resposta (Lieberman, 2023).

O equilíbrio adequado desse neurotransmissor é crucial para o funcionamento saudável do cérebro e do sistema nervoso. Pesquisas sugerem que níveis moderados de dopamina podem melhorar a criatividade, enquanto níveis muito baixos ou muito altos podem prejudicá-la. Estudos mostram que atividades que induzem o estado de fluxo⁹ podem aumentar a criatividade (Runco, 2006).

A ideia de que o hemisfério cerebral direito é responsável pela criatividade e o hemisfério esquerdo pela lógica foi popularizada principalmente na década de 1970 por meio do livro "O Cérebro Direito e o Cérebro Esquerdo" (The Right Brain and the Left Brain), escrito pelo psicólogo Roger W. Sperry, que ganhou o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1981 por suas pesquisas sobre a função dos hemisférios cerebrais.

No entanto, com a evolução da ciência ao longo das décadas, percebeu-se que embora existam diferenças funcionais entre os hemisférios cerebrais, a ideia de

⁹ É um conceito desenvolvido pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi para descrever um estado de profundo envolvimento e concentração em uma atividade onde perde-se a noção do tempo.

que a lógica reside apenas no hemisfério esquerdo e a criatividade apenas no hemisfério direito não é uma representação precisa da complexidade do funcionamento cerebral (Jung, 2013).

A pesquisa subsequente demonstrou que o cérebro é altamente interconectado, e ambos os hemisférios desempenham papéis importantes em uma ampla gama de funções cognitivas, incluindo lógica, criatividade, linguagem, processamento visual e muito mais. A criatividade não é uma função exclusiva do hemisfério direito, pois ela envolve a colaboração de ambos os hemisférios, assim como muitas outras habilidades cognitivas (Kandel, 2000).

Portanto, a ideia de que o cérebro é rigidamente dividido entre a lógica no hemisfério esquerdo e a criatividade no hemisfério direito é considerada uma simplificação excessiva e não representa com precisão a complexidade do cérebro humano sob a ótica da neurociência (Kandel, 2000).

3.5.3 Plasticidade Cerebral

A plasticidade cerebral é a capacidade do cérebro de se adaptar e se reorganizar em resposta a mudanças nas circunstâncias, experiências e aprendizado. Ela se refere à habilidade do sistema nervoso central, composto pelo cérebro e pela medula espinhal, de modificar sua estrutura e função ao longo da vida em resposta a estímulos ambientais e demandas cognitivas (Gazzaniga; Heatherton, 2005). Experiências e aprendizado contínuos podem promover a plasticidade cerebral e impactar a criatividade (Lieberman, 2023).

A plasticidade refere-se à capacidade adaptativa do sistema nervoso central; habilidade para modificar sua organização estrutural e funcional, que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência e como adaptação a condições mutantes e a estímulos repetidos (Kandel; Schwartz, 2003; Kolb; Whishaw, 2002).

No final do século XX e início do XXI, os avanços na neurociência mostraram evidências favoráveis à plasticidade neural. As pesquisas indicaram as bases moleculares da memória e da aprendizagem e a existência de milhares de sistemas trabalhando de forma integrada (Jones, 2000). Cada vez mais, busca-se identificar nas estruturas cerebrais o que se observa em termos comportamentais (Dias, 2009).

Até meados do século passado, supunha-se que os neurônios não possuíam capacidade de se dividirem, sendo impossível de se fazer algo quando as conexões e neurônios eram perdidos em consequência de lesões. A falta de conhecimentos específicos sobre a maleabilidade cerebral acabava favorecendo uma inércia terapêutica aos que precisavam de tratamento, em que se esperava apenas por uma recuperação espontânea das funções danificadas. Hoje, sabe-se, porém, que ao ocorrer uma lesão cerebral, as áreas relacionadas podem assumir em parte ou totalmente as funções daquela área lesionada (Silva, 2003).

A estrutura cerebral pode ser considerada como um sistema de processamento de informações altamente complexo, caracterizado por sua natureza não-linear e capacidade de operação simultânea. Essa intrincada rede neural é capaz de organizar seus elementos fundamentais, os neurônios, de maneira a executar tarefas como identificação de padrões, controle motor e percepção (Runco, 2006).

Um neurônio¹⁰ em desenvolvimento é sinônimo de um cérebro plástico. A plasticidade permite que o sistema nervoso se adapte ao seu meio ambiente. No momento do nascimento o cérebro tem uma grande estrutura e a habilidade de desenvolver “regras” através das experiências vividas, e a experiência vai sendo acumulada com o tempo (Kandel, 2000).

O mecanismo de plasticidade envolve a estimulação de receptores na superfície celular por neurotransmissores, que promovem a ativação de cascatas intracelulares complexas, a transcrição de genes e a síntese de proteínas novas que modificam a forma física e a estrutura das sinapses (Vasconcelos, 2004). Segundo Vanconcelos (2004), os locais de contato entre os axônios, prolongamento que existe no neurônio, geralmente em número de um, e que conduz os impulsos que transmitem informações do neurônio para outras células, e os dendritos, que são os vários prolongamentos de cada neurônio que garante a recepção dos estímulos e leva o impulso nervoso em direção ao corpo celular, medeia a plasticidade sináptica que fundamenta o aprendizado, a memória e a cognição (Silva, 2006).

O cérebro em desenvolvimento segue inicialmente um plano genético, estabelecido pela história da evolução da espécie humana, porém o cérebro é bastante sensível ao ambiente. Estímulos do ambiente modificam a estrutura dos circuitos neurais, refinando e tornando as sinapses, alvo de ação dos

¹⁰ Uma célula do sistema nervoso responsável pela condução de impulsos nervosos.

neurotransmissores, mais eficientes por meio de atividade elétrica e mensageiros químicos (Dias, 2009).

Assim, as redes de neurônios são rearranjadas a cada nova experiência, ao mesmo tempo em que outras tantas sinapses são reforçadas, envolvendo múltiplas possibilidades de respostas (Kandel; Schwartz, 2003; Ratey, 2002).

A complexidade do comportamento humano depende mais da organização desses neurônios do que de sua variedade, por isso as células nervosas com propriedades semelhantes podem produzir diversas ações de acordo com a maneira como se interconectam (Lopes, 2020, p. 66).

Conclui-se que o cérebro humano é complexo, que a aprendizagem humana se inicia nele e que a tecnologia aplicada à medicina e psicologia, através dos exames citados acima e estudos comportamentais em conformidade a estímulos e ambientes podem favorecer a compreensão sobre a aprendizagem, memória e potencial criativo.

3.5.4 Redes Neurais

Redes neurais são complexas e formadas por bilhões de neurônios interconectados. Rex E. Jung é um neurocientista e psicólogo conhecido por suas pesquisas sobre a relação entre o cérebro humano e a criatividade. Ele se concentra em investigar como o cérebro está envolvido no processo criativo e como a neurociência pode fornecer insights sobre a criatividade.

Segundo Jung, as emoções formam uma rede neural ativa que influenciam o processo de aprendizagem; que a memória é uma função cognitiva que permite codificar, armazenar e recuperar informações e forma a base para o ensino-aprendizagem. O autor tem explorado como a conectividade entre diferentes áreas do cérebro está relacionada com a formação do processo criativo e tem buscado formas de medi-la com o uso de tecnologia por exames, como o fMRI para examinar as atividades cerebrais durante tarefas, como resolução de problemas e geração de ideias.

Jung explora como diferentes tipos de criatividade podem ter bases neurais distintas, visto que a criatividade pode variar em diferentes domínios, e também investiga a relação entre inteligência e criatividade, explorando como esses dois construtos estão interligados no cérebro. Ele examina como a inteligência pode contribuir para a criatividade e vice-versa através de aplicações clínicas.

Olaf Sporns é um neurocientista conhecido por seu trabalho em conectômica, que é o estudo das redes neurais do cérebro humano. Ele tem pesquisado como as diferentes regiões do cérebro estão conectadas e como essas conexões contribuem para a cognição.

Jung (2013) afirma que os neurônios são as unidades fundamentais do sistema nervoso, que cada neurônio é composto por um corpo celular, dendritos (ramificações que recebem sinais de outros neurônios), e um axônio (uma projeção que transmite sinais para outros neurônios). Que as sinapses são as conexões entre os neurônios e que quando um neurônio envia um sinal elétrico ao longo do axônio, ele se comunica com outros neurônios através das sinapses. E a transmissão de informações ocorre tipicamente por meio de neurotransmissores, que são substâncias químicas liberadas nas sinapses.

Que o cérebro humano é organizado em várias redes neurais que desempenham funções específicas. Algumas regiões cerebrais estão envolvidas em funções como percepção sensorial, processamento de emoções, tomada de decisões, memória, linguagem e criatividade (Jung, 2013).

Uma característica fundamental das redes neurais humanas é a plasticidade neural, que se refere à capacidade do cérebro de se adaptar e mudar ao longo da vida. Isso permite a aprendizagem e a reorganização das conexões neurais em resposta a novas experiências e informações (Lieberman, 2023).

Portanto, o cérebro humano é dividido em diferentes sistemas cognitivos que lidam com tarefas específicas. Por exemplo, o sistema visual processa informações visuais, enquanto o sistema límbico está envolvido em emoções e memória. A criatividade no ser humano é uma função complexa que envolve múltiplas redes neurais e processos cognitivos. A criatividade não é limitada a uma única região do cérebro, mas é uma interação entre diferentes áreas cerebrais que contribuem para a geração de novas ideias, conexões e expressão artística (Jung, 2013).

As redes neurais do ser humano são extremamente complexas e ainda são objeto de intensa pesquisa em neurociência e psicologia. Entender como essas redes neurais funcionam é crucial para compreender a cognição humana, o comportamento, a emoção e a criatividade, tanto para a aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades para a vida no século XXI bem como para desenvolver tratamentos médicos e abordagens terapêuticas para distúrbios cerebrais e neurológicos (Lieberman, 2023).

3.5.5 Descanso e criatividade

Estudos demonstraram que o sono e períodos de incubação após um problema ou desafio podem melhorar a capacidade de encontrar soluções, possivelmente através de processos de consolidação de memória e rearranjo de informações (Lieberman, 2023).

Quando o cérebro se encontra em um estado de extremo relaxamento, é capaz de gerar novas conexões e permitir que novos caminhos neurais se formem, o que ajuda a encontrar soluções para os problemas e pensar através de um ponto de vista que ainda não havia sido explorado (Cruz, 2016). Isso também explica o surgimento súbito de soluções ou ideias durante o banho ou quando se vai ao banheiro: o cérebro está simplesmente relaxado o suficiente para permitir essas conexões (Kandel, 2000).

Além disso, à medida que se aproxima do sono, o cérebro deixa para trás os modelos e conceitos que normalmente usa para interpretar o mundo, resultando em momentos de experiência que não são limitados pelos filtros mentais habituais.

De acordo com um estudo realizado pela UC San Diego nos Estados Unidos, o ser humano atinge o pico de criatividade durante o sono *Rapid Eye Movement* (REM) no estágio final do ciclo do sono, quando ocorrem os sonhos. Além disso, cientistas da Cardiff University no Reino Unido afirmam que as duas principais fases do sono, REM e *No Rapid Eye Movement* (NREM), colaboram para descobrir conexões não reconhecidas entre o que a pessoa sabe e desencadear soluções para problemas que, durante o estado de vigília¹¹, pareciam muito difíceis ou insolúveis (Jung, 2013).

O avanço do entendimento sobre o sono, tanto em contextos experimentais quanto na prática clínica, foi viabilizado pelo domínio da análise das ondas cerebrais por meio do EEG, possibilitando uma distinção objetiva entre estados de vigília relaxada e sono, assim como entre seus distintos estágios. Esse conhecimento evoluiu ao longo do século XX, culminando no desenvolvimento de registros

¹¹ A vigília ocorre quando o indivíduo está acordado, desperto e compõe o ciclo circadiano junto com o sono, porém ao contrário do sono, ela ocorre durante o dia, já que temos a luz como “principal sincronizador do ritmo circadiano” e também como o “principal estímulo ambiental sincronizador. (<https://projetandoneurociencia.org/project/sono-vigilia-e-estados-de-consciencia/#:~:text=A%20vig%C3%ADlia%20ocorre%20quando%20o,%E2%80%9Cprincipal%20est%C3%ADmulo%20ambiental%20sincronizador%E2%80%9D> acessado em 20 de fevereiro às 19h47)

poligráficos¹², que incorporam outras variáveis funcionais além do EEG, para documentar a fisiologia do sono e caracterizar de forma mais precisa seus distúrbios, resultando na criação da medicina do sono (Fernandes, 2006).

O repouso é um processo fisiológico em ciclos, que se manifesta no corpo humano por meio de cinco estágios distintos, cada um identificado por padrões específicos no EEG e pela presença ou ausência de movimentos rápidos dos olhos REM, juntamente com alterações em várias outras variáveis fisiológicas, como tônus muscular e padrões cardiorespiratórios (Fernandes, 2006).

O EEG revela uma desaceleração progressiva à medida que o sono profundo sem movimentos oculares rápidos NREM se aprofunda, enquanto o sono REM exibe uma atividade rápida e dominante de baixa voltagem, semelhante à vigília. Um ciclo noturno previsível de 90 minutos regula a transição entre os quatro estágios do sono NREM e REM, delineando uma arquitetura distintiva com proporções específicas de cada estágio, as quais variam conforme a idade (Fernandes, 2006).

O sono REM é a fase em que ocorrem sonhos vívidos e a atividade cerebral é alta e semelhante à do estado de vigília. Os olhos se movem rapidamente de um lado para o outro, por isso o nome "*Rapid Eye Movement*" (REM). Durante o sono REM, os músculos voluntários ficam temporariamente paralisados, impedindo que a pessoa aja fisicamente nos sonhos. Isso é conhecido como atonia muscular. O sono REM é essencial para o processamento cognitivo, a consolidação da memória e a restauração mental (Lieberman, 2023).

O ciclo de sono passa por várias iterações durante a noite, com o tempo gasto em cada fase variando ao longo da noite. Inicialmente, passa-se mais tempo no sono não-REM, do que com o sono REM, tornando-se mais predominante nas últimas horas o sono REM. Esse ciclo é repetido várias vezes durante a noite, e a qualidade do sono depende de passar tempo suficiente em ambas as fases do sono (Kandel, 2000).

Em situações normais, um indivíduo entra no sono noturno pelo sono NREM, após aproximadamente 10 minutos de latência. Uma latência muito baixa para o início do sono NREM pode ocorrer em pessoas privadas de sono ou muito fatigadas, e também é observada em síndromes que envolvem sono não reparador, como os distúrbios respiratórios relacionados ao sono. Depois de alguns minutos no sono inicial, passa-se a uma fase onde é mais difícil despertar o indivíduo. Após 30 a 60

¹² O registo poligráfico do sono (cardiorrespiratório) consiste no registo de parâmetros cardíacos e respiratórios durante o sono noturno.

minutos, ocorre o sono de ondas lentas, fase mais profunda do sono NREM. Cerca de 90 minutos após o início do sono, ocorre o primeiro episódio de sono REM, geralmente de curta duração no início da noite (de 5 a 10 minutos), completando o primeiro ciclo NREM-REM do sono noturno (Fernandes, 2006).

A saída do sono REM pode ser acompanhada por microdespertares (de 3 a 15 segundos de duração), sem que o paciente acorde completamente, retornando ao início do sono NREM, que pode cumprir até 3 fases de sono, e volta ao sono REM. Assim, ocorrem cerca de 5 a 6 ciclos de sono NREM-REM durante uma noite de 8 horas de sono (Fernandes, 2006).

Os problemas relacionados ao sono acarretam consequências negativas na vida das pessoas; reduzem sua eficiência diária, aumentam a suscetibilidade a distúrbios psiquiátricos, déficits cognitivos, o surgimento e a intensificação de problemas de saúde, além de aumentar os riscos de acidentes de trânsito e ausências no trabalho, comprometendo assim a qualidade de vida (Muller, 2007).

A privação total do sono em uma única noite resulta no fenômeno de rebote do sono nas duas noites subsequentes: assim, há uma tendência ao aumento nas proporções do sono REM na noite seguinte à privação e um aumento do sono NREM na segunda noite, retornando à arquitetura normal do sono noturno somente na terceira noite.

Análises realizadas demonstram que os distúrbios do sono resultam em impactos negativos na saúde e no bem-estar dos indivíduos, influenciando o desempenho no trabalho, a cognição, os relacionamentos interpessoais e o funcionamento cotidiano, com diversas ramificações a curto, médio e longo prazo (Muller, 2007).

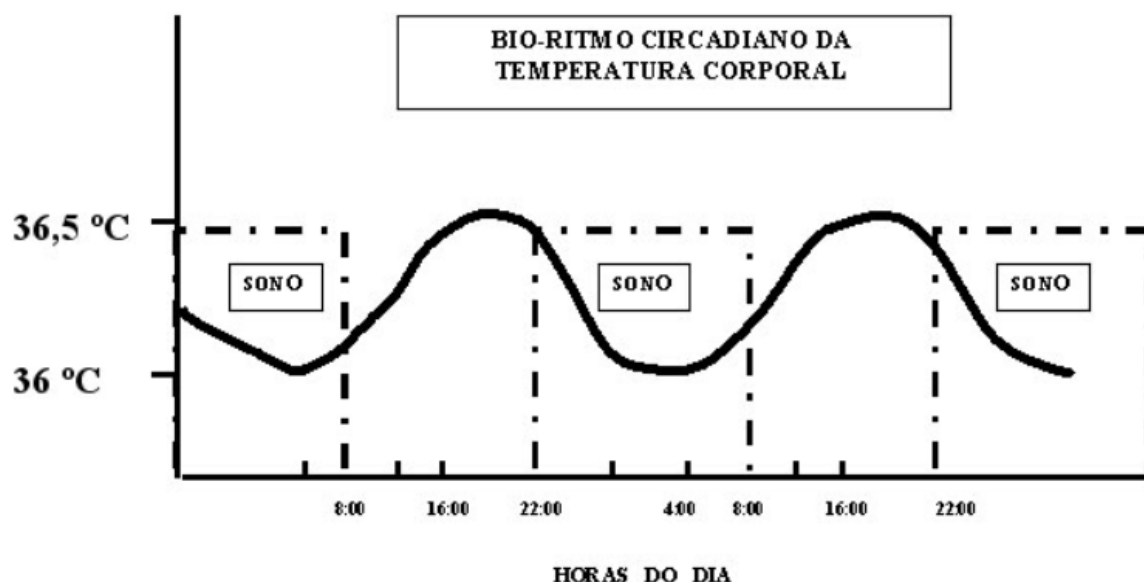
A capacidade do indivíduo de sincronizar seu ciclo de sono e vigília com o ciclo dia-noite da Terra é influenciada por diversos fatores externos e internos que interagem para manter um ritmo circadiano¹³. Assim, a luminosidade e o calor durante o dia, a escuridão e a redução da temperatura ambiente à noite, as variações na intensidade da luz ao longo do dia, os relógios, os sons urbanos e os sons da natureza, como pássaros e galos são elementos que condicionam nosso corpo a seguir um

¹³ **Ritmo circadiano** ou **ciclo circadiano** (do latim *circa* cerca de + *diem* dia) é a variação nas funções biológicas de diversos seres vivos, que se repete regularmente com período de aproximadamente 24 horas. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ritmo_circadiano

padrão de atividade alternada com descanso, intercalado com funções de alimentação e eliminação, dentro do padrão circadiano (Fernandes, 2006).

Um ritmo biológico neuroquímico acompanha as flutuações circadianas do ciclo sono-vigília, com alterações específicas na temperatura corporal e na secreção de diversos hormônios e neurotransmissores, associados aos diferentes estágios do sono e da vigília (Fernandes, 2006).

Figura 19 Curva de variação de temperatura corporal ao longo das 24 horas do dia.



Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRWteXHW8W2BsMRu6TDrpwBNo0VrCY-oxW5V7kmCVfohRYZEVA>

3.6 NEUROCIÊNCIA E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA ESTIMULAR A CRIATIVIDADE

A neurociência oferece uma perspectiva valiosa para aprimorar a educação, particularmente no que diz respeito ao estímulo à criatividade dos alunos (Jung, 2013). Esta seção explora como os conhecimentos da neurociência podem ser aplicados na criação de estratégias pedagógicas que promovam o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos.

3.6.1 Aprendizagem criativa

Mitchel Resnick é um cientista da computação e educador conhecido por suas contribuições no campo da aprendizagem criativa e tecnologia educacional. Ele é professor no MIT Media Lab, onde fundou e liderou o grupo de pesquisa Lifelong Kindergarten, dedicado a explorar novas formas de aprendizado ao longo da vida. Ele destaca a importância do "aprender fazendo" no processo educacional, defende que os alunos aprendem melhor quando estão envolvidos em projetos significativos e colaborativos, nos quais têm a oportunidade de explorar, experimentar e criar.

Os "4 Ps" de Mitchel Resnick são um conjunto de princípios que ele desenvolveu para orientar a aprendizagem e a educação centradas no aprendizado criativo e no desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional, e apontam para:

- Projetos (*Projects*): como base da aprendizagem criativa, pois eles envolvem a criação de algo novo e permitem que os alunos mergulhem em tarefas significativas e motivadoras, onde podem aplicar seu conhecimento e desenvolver novas habilidades;
- Paixão (*Passion*): a paixão refere-se ao interesse e à motivação intrínseca dos alunos. Quando os alunos têm a oportunidade de escolher projetos que lhes interessam e são significativos para eles, estão mais propensos a se envolverem profundamente e a aprender de forma eficaz;
- Pares (*Peers*): a colaboração e a interação com os colegas são fundamentais na aprendizagem criativa. Os alunos podem aprender uns com os outros, trocar ideias, dar feedback e trabalhar juntos. Os pares desempenham um papel importante no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico;
- Play (*Brincar*): a ideia de "play" refere-se à abordagem lúdica da aprendizagem. Ela envolve experimentação, curiosidade e disposição para tentar coisas novas sem medo de cometer erros. O jogo permite que os alunos explorem, descubram e desenvolvam sua criatividade.

Em suma, ao enfatizar projetos significativos, paixão pelo aprendizado, colaboração entre pares e uma abordagem lúdica, os educadores podem cultivar um ambiente que estimula a inovação, a curiosidade e a autoexpressão dos alunos. Ao

adotar esses princípios, pode-se capacitar os estudantes a se tornarem pensadores criativos, resilientes, alegres e desenvolver o encantamento para que eles desenvolvam a habilidade de aprender ao longo da vida.

3.6.2 Estado de fluxo, mindfulness e autorregulação

O estado de fluxo, mindfulness e autorregulação representam conceitos no domínio da psicologia e do desenvolvimento pessoal. Cada um desses aspectos descreve processos mentais e habilidades para promover o bem-estar emocional, a criatividade e a eficácia no enfrentamento dos desafios da vida.

A teoria do fluxo, também conhecida como "*flow*" em inglês, foi desenvolvida pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi. Essa teoria descreve um estado mental altamente focado e altamente envolvente em que uma pessoa está completamente imersa em uma atividade, perdendo a noção do tempo e de si mesma. É uma experiência em que desafio e habilidade estão em equilíbrio, e a pessoa está totalmente absorvida pela tarefa.

Os principais componentes da teoria do fluxo incluem foco e concentração, sendo que todas as distrações são minimizadas; clareza de metas, o que ajuda a manter o foco; feedback imediato e uma sensação de progresso; desafio da tarefa em equilíbrio com as habilidades da pessoa, pois se a tarefa for muito fácil, pode levar ao tédio, enquanto uma tarefa muito difícil pode causar ansiedade; a pessoa se sente no controle da situação, mesmo quando enfrenta desafios; e experiência intrinsecamente recompensadora, onde a própria atividade é gratificante e satisfatória (Csikszentmihaly, 2014).

A teoria do fluxo tem aplicações em várias áreas, incluindo psicologia, educação, esportes, design de jogos e até mesmo no local de trabalho, onde pode ser usada para aumentar a motivação e o desempenho dos funcionários. Ela destaca a importância de encontrar atividades desafiadoras e envolventes que proporcionem um senso de realização e satisfação pessoal (Csikszentmihaly, 2014).

Alguns estudos de neurociência relacionados à teoria do fluxo sugerem que esse estado está associado a mudanças na atividade cerebral (Kandel, 2000). Aqui estão algumas descobertas e áreas de pesquisa relacionadas, segundo Csikszentmihalyi (2014):

- Atividade cerebral: estudos de neuroimagem, como ressonância magnética funcional (fMRI) e eletroencefalografia (EEG), mostraram que o estado de fluxo está associado a padrões específicos de atividade cerebral. Isso inclui um aumento na atividade de regiões cerebrais associadas à atenção concentrada e ao processamento de informações;

- Neuroquímica: a liberação de neurotransmissores, como dopamina, noradrenalina e endorfinas, está ligada à sensação de gratificação e satisfação experimentada no estado de fluxo. Essas substâncias químicas podem desempenhar um papel na promoção da motivação e do bem-estar durante o estado de fluxo;

- Integração de informações: pesquisas sugerem que o cérebro no estado de fluxo é altamente eficiente na integração de informações de diferentes regiões, permitindo uma compreensão mais profunda dos problemas;

- Redes cerebrais: a teoria do fluxo também está relacionada ao conceito de "rede de modo padrão" do cérebro, que está envolvida na autorreflexão e pensamento criativo. A atividade dessa rede pode ser modulada durante o estado de fluxo.

A pesquisa em neurociência tem contribuído para compreender porque o estado de fluxo é tão envolvente e produtivo, e percebe-se que ele apresenta implicações para a criatividade, produtividade e bem-estar geral do indivíduo.

O mindfulness, também conhecido como "atenção plena" ou "consciência plena", é uma prática mental que se concentra na capacidade de prestar atenção deliberadamente e sem julgamento ao momento presente. Esta prática tem sido utilizada em terapia cognitivo-comportamental, programas de redução de estresse, educação e muitos outros campos como uma ferramenta para melhorar a saúde mental, a concentração e o bem-estar emocional. Ela é uma abordagem que promove a autorreflexão e o autodesenvolvimento, ajudando as pessoas a viverem com mais consciência e propósito (Davidson, 2015).

Segundo Davidson (2015), neurocientista que investigou os efeitos do mindfulness no cérebro e nas emoções, alguns princípios da mindfulness incluem: atenção plena, que envolve prestar atenção total ao que está acontecendo no momento presente, sem distrações, focar sua atenção em uma coisa de cada vez, seja sua respiração, uma atividade que o indivíduo está realizando ou seus pensamentos e emoções.

O mindfulness enfatiza a aceitação do que quer que esteja acontecendo em sua mente e corpo, sem julgamento. Ter uma respiração consciente é frequentemente usada como um âncora na prática do mindfulness, pois concentrar-se na respiração ajuda a trazer a atenção de volta ao momento presente e a acalmar a mente (Germer, 2015). Esta estratégia promove uma maior autoconsciência e ajuda as pessoas a reconhecer seus padrões de pensamento, emoções e reações automáticas.

Isso pode ajudar a lidar de forma mais eficaz com o estresse, a ansiedade e outros desafios emocionais (Germer, 2015). A prática regular do mindfulness tem sido associada à redução do estresse e à melhoria do bem-estar emocional. Ela pode ajudar as pessoas a desenvolver a capacidade de responder de forma mais calma e ponderada às situações estressantes (Germer, 2015).

Esta técnica pode aumentar a capacidade de concentração e foco, o que é benéfico para tarefas cognitivas e criativas, pode ser aplicada em uma variedade de contextos, que incluiu a educação, terapia, esportes, trabalho e vida cotidiana; e sua prática formal envolve sessões dedicadas a meditação, enquanto a prática informal se refere a incorporar a atenção plena em atividades feitas diariamente, como estudar, orar ou trabalhar (Germer, 2015).

Portanto, o mindfulness pode criar um estado mental propício para a criatividade, ajudando a reduzir o estresse, aumentar a consciência, melhorar o foco e a concentração (Germer, 2015).

Outra estratégia que pode ser que pode contribuir para a aprendizagem criativa é a autorregulação, que é a capacidade da pessoa em controlar conscientemente seus pensamentos, emoções, comportamentos e reações em diferentes situações e contextos. Ela envolve a autorregulação emocional, cognitiva e comportamental, e desempenha um papel fundamental em vários aspectos da vida à medida que enfrenta desafios e lida com emoções de maneira saudável e construtiva (Bandura, 1997).

A autorregulação traz aspectos como controle emocional; controle cognitivo; controle comportamental em conformidade com os objetivos e autoconhecimento. A autorregulação é uma habilidade que pode ser desenvolvida e aprimorada ao longo da vida por meio da prática, da educação e da conscientização (Bandura, 1997).

Os conceitos de estado de fluxo, mindfulness e autorregulação representam aspectos relevantes na promoção da aprendizagem criativa e no desenvolvimento pessoal, à medida que promovem um profundo engajamento nas atividades,

favorecem a realização pessoal, e compreendem e fazem a gestão de suas emoções. Praticar esses princípios em ambientes educacionais pode favorecer tanto alunos como professores a alcançar seu pleno potencial acadêmico e pessoal, e a enfrentar os desafios da vida com confiança e resiliência.

3.6.3 Brainstorming, mapas mentais e design thinking

Brainstorming, mapas mentais e design thinking são técnicas e abordagens que podem ser usadas para estimular a criatividade e a inovação em diversos contextos, incluindo a resolução de problemas, o desenvolvimento de projetos e a tomada de decisões. Cada uma dessas abordagens tem suas próprias características e benefícios:

O conceito de brainstorming foi desenvolvido por Alex Osborn, um publicitário e autor norte-americano, na década de 1940. Ele introduziu essa técnica de geração de ideias em seu livro "*Your Creative Power*," publicado em 1948. O termo "brainstorming" foi cunhado por Osborn como uma combinação das palavras "*brain*" (cérebro) e "*storm*" (tempestade), sugerindo a ideia de uma tempestade de ideias.

Osborn acreditava que as pessoas eram naturalmente criativas, mas frequentemente inibiam sua criatividade devido a julgamentos e críticas. Ele propôs o brainstorming como uma abordagem para superar essas barreiras, incentivando a livre expressão de ideias, sem críticas ou julgamentos, durante uma sessão de grupo. Ele acreditava que o brainstorming poderia ser uma ferramenta poderosa para a solução de problemas e a geração de ideias inovadoras.

O brainstorming envolve a reunião de pessoas para criar uma lista de ideias ou soluções para um problema específico. Não há julgamento das ideias durante o processo, e a ênfase está na quantidade de ideias geradas, não na qualidade. O objetivo é liberar a criatividade e explorar uma ampla variedade de perspectivas antes de refinar e selecionar as melhores ideias para implementação.

Na área de mapas mentais, Tony Buzan é um dos pesquisadores mais conhecidos e influentes. Ele é creditado por popularizar a técnica de mapas mentais e desenvolver diretrizes e técnicas específicas para criar e usar mapas mentais.

Mapas mentais são representações visuais que ajudam a organizar informações e ideias de maneira clara e hierárquica. Eles são frequentemente utilizados para facilitar a compreensão, a retenção e a exploração de conceitos

complexos, tornando mais fácil para as pessoas visualizarem a relação entre diferentes elementos. As principais características dos mapas mentais, segundo Buzan (1970) são:

- Tema central: um mapa mental começa com um tema central, que é o conceito ou a ideia central que a pessoa deseja explorar ou organizar;
- Ramos: a partir do tema central, ramos ou tópicos principais se estendem como galhos de uma árvore onde cada ramo representa uma categoria ou um aspecto relevante do tema central;
- Sub-ramos: a partir dos tópicos principais, pode-se criar sub-ramos para dividir ainda mais as informações em níveis hierárquicos e estes, podem se ramificar ainda mais, criando uma estrutura hierárquica;
- Palavras-chave: cada ramo ou sub-ramo é geralmente acompanhado por palavras-chave ou frases curtas que descrevem o conteúdo relacionado àquele tópico;
- Conexões: é possível criar conexões visuais entre informações relacionadas e utilizar linhas, setas e cores para destacar essas conexões;
- Flexibilidade: são flexíveis e podem ser adaptados e expandidos se necessário;
- Estímulo à criatividade: estimulam a criatividade ao permitir associações livres entre diferentes conceitos e ideias.

Os mapas mentais são usados para tomar notas, planejar projetos, criar resumos de informações, solucionar problemas e até mesmo para aprimorar a criatividade. Existem ferramentas de software disponíveis para criar mapas mentais digitalmente, mas também é possível fazê-los à mão usando papel e caneta.

Eles são representações visuais de informações, conceitos e ideias, geralmente começam com um conceito central no centro da página e ramificam-se em subconceitos e detalhes por meio de linhas, palavras-chave e imagens. Os mapas mentais são usados para organizar pensamentos, criar conexões entre ideias e facilitar a compreensão de informações complexas. Eles podem ser uma ferramenta poderosa para explorar e organizar ideias criativas (Buzan, 1970).

Já a abordagem de design thinking é destinada à resolução de problemas e inovações que se concentra nas necessidades do usuário e na geração de soluções criativas e eficazes. Ele é amplamente utilizado em diversos campos, incluindo design de produtos, negócios, educação e serviços (Brown, 2009).

Figura 20 - Oficina de Design Thinking no Programa de Educação Continuada da UniFil 2023.



Fonte: A autora

As principais características do design thinking, segundo Brown (2009), são:

- Empatia: a primeira fase do design thinking envolve a compreensão profunda das necessidades, desejos e experiências dos usuários. Isso é feito por meio de entrevistas, observação e empatia genuína pelo público-alvo;
- Definição do problema: após a coleta de insights e informações sobre os usuários, define-se o problema a ser resolvido;
- Geração de ideias: as equipes criam uma ampla variedade de ideias e soluções possíveis para o problema, onde o foco é na quantidade de ideias, sem julgamento inicial;
- Prototipagem: ideias promissoras são transformadas em protótipos tangíveis e testáveis, que permitem que as equipes obtenham feedback rápido dos usuários e refinam suas soluções;

- Teste e interação: os protótipos são testados com os usuários, e as informações obtidas são usadas para aprimorar e inteirar com as soluções, até que uma solução satisfatória seja alcançada.

O design thinking é conhecido por sua abordagem interativa e colaborativa, onde equipes multidisciplinares trabalham juntas para encontrar soluções inovadoras para problemas complexos. Ele valoriza a criatividade, a empatia e a experimentação como componentes essenciais do processo de design.

Desta forma, o brainstorming, os mapas mentais e o design thinking representam ferramentas para impulsionar a criatividade e a inovação no contexto educacional e em outros campos. Cada uma dessas abordagens oferece uma metodologia para estimular a geração de ideias, a organização de informações e a resolução de problemas de maneira colaborativa e eficaz.

O brainstorming, ao promover a livre expressão de ideias, abre caminho para a criatividade fluir sem restrições. Os mapas mentais, por sua vez, fornecem uma estrutura visualmente intuitiva para organizar pensamentos e explorar conexões entre conceitos. Já o design thinking, com seu foco na empatia, na geração de soluções centradas no usuário e na interação rápida, oferece uma abordagem holística e orientada para a ação na resolução de problemas complexos. Ao integrar essas técnicas, os educadores podem cultivar uma cultura de inovação e colaboração que impulsiona o sucesso a longo prazo.

3.6.4 Exercícios estimuladores da criatividade

A pesquisa acerca da criatividade no contexto educacional tem focado abordagens e técnicas inovadoras, no aprimoramento de habilidades cognitivas e afetivas, na adoção de um currículo escolar que desperte o interesse e o prazer do aluno pelo ato de aprender, a implementação de práticas educacionais que leve em consideração características dos alunos e acesso à informação atualizada, contextualizada e significativa. Estes são elementos de um ambiente educacional favorável à realização escolar e à produção criativa.

No âmbito internacional, as estratégias voltadas para estimular a criatividade e avaliar seus efeitos no desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes são reconhecidas. No entanto, na literatura nacional, há uma escassez de estudos que

investigam o impacto de programas destinados ao desenvolvimento do potencial criativo (Nakano, 2011).

"Apesar do reconhecimento da importância de se estimular as habilidades criativas nas pessoas, pouco se tem feito para favorecer seu desenvolvimento" (Alencar; Fleith, 2003, p.183). Isso se deve, em grande parte, pela falta de familiaridade com o tema por parte de educadores acerca de estratégias e operação de mecanismos para o desenvolvimento do potencial criativo. Sendo assim, Alencar (2007) propõe técnicas e exercícios estimuladores da criatividade.

Alencar criou um modelo para desenvolver a criatividade que contempla os aspectos de habilidades de pensamento criativo, fluência, flexibilidade, originalidade, atributos de personalidade que favorecem a expressão da capacidade de criar, iniciativa, independência, autoconfiança, persistência, flexibilidade, entre outros, e a promoção de um clima psicológico que reflita valores fortes de apoio à criatividade. A coragem torna possível as virtudes psicológicas da pessoa para que ela possa ser e vir a ser (May, 1982).

O clima psicológico que favorece o desenvolvimento da criatividade, conforme descrito por Alencar (2007), se baseia em cinco princípios fundamentais. Esses princípios são essenciais para criar um ambiente propício no qual a criatividade pode prosperar. Segue a explicação desses princípios:

a) Confiança na capacidade e competência de cada pessoa:

Este princípio envolve a crença de que cada indivíduo possui a capacidade de ser criativo e competente em suas próprias áreas. É fundamental acreditar que todos têm o potencial para gerar ideias inovadoras e contribuir de forma criativa. Isso cria um ambiente onde as pessoas se sentem valorizadas e encorajadas a expressar suas ideias sem medo de críticas negativas.

b) Apoio à expressão de novas ideias:

Promover a livre expressão de novas ideias é crucial para o desenvolvimento da criatividade. As pessoas devem se sentir à vontade para compartilhar suas ideias, mesmo que pareçam diferentes ou desafiadoras. Esse apoio à expressão cria um espaço onde a diversidade de pensamento é valorizada e encorajada.

c) Provisão de incentivos à produção criativa:

Oferecer incentivos, como reconhecimento, recompensas ou oportunidades de crescimento, motiva as pessoas a buscar soluções criativas. Reconhecer e premiar

esforços demonstra o valor da criatividade e estimula os aprendizes a continuar inovando.

d) Implementação de atividades que ofereçam desafios e oportunidades de atuação criativa:

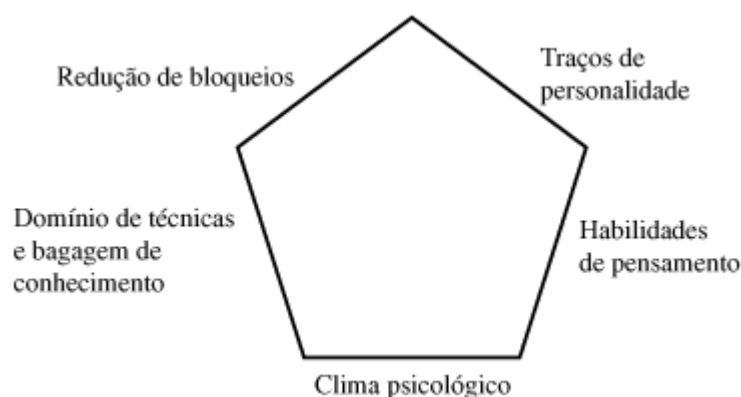
Fornecer atividades desafiadoras e oportunidades para aplicar a criatividade é essencial para o desenvolvimento da habilidade criativa. Isso pode incluir projetos complexos, problemas difíceis de resolver ou tarefas que exijam abordagens inovadoras. Essas atividades incentivam o pensamento criativo e a busca por soluções originais.

e) Estabelecimento de um ambiente de apoio:

Criar um ambiente de apoio significa proporcionar um clima de trabalho onde os participantes se sintam encorajados a experimentar, aprender com os erros e continuar aprimorando suas habilidades. Isso inclui a promoção da colaboração, a aceitação de riscos e a tolerância à falha como parte do processo criativo.

Portanto, segundo Alencar, o clima psicológico ideal para o desenvolvimento da criatividade é construído com base na confiança, apoio à expressão de ideias, incentivos à produção criativa, desafios e oportunidades de atuação criativa, além de um ambiente que valorize a criatividade como um recurso valioso. Quando esses princípios são aplicados, as pessoas se sentem capacitadas e motivadas a serem mais criativas em suas atividades e contribuem para a inovação e o sucesso do grupo.

Figura 21 - Modelo para desenvolvimento da criatividade



Fonte: <https://images.app.goo.gl/o3XyAzEVsa48xckY9>

Assim, ampliar o conhecimento sobre os fatores psicológicos e sociais que afetam a criatividade, e os fatores que estimulam o pensamento criador faz com que

o potencial criador seja mais usado e expanda a criatividade na educação, na pesquisa, na vida pessoal e profissional (Alencar, 2003). Esse modelo pode ser aplicado a segmentos e contextos diversos, com vistas à promoção do pensamento e potencial criativo dos participantes.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Apresenta-se, neste capítulo, os resultados acerca das concepções de criatividade no contexto educacional com contribuição da neurociência.

A afirmação de que a criatividade é um fenômeno complexo e multifacetado é amplamente aceita na literatura e na pesquisa sobre criatividade, e muitos autores e pesquisadores têm expressado essa visão. Não existe um órgão mundial que a defina de forma única, mas ela é reconhecida e almejada pelas principais instituições públicas e privadas do mundo, enquanto pilar que sustenta o desenvolvimento econômico das nações, promove a saúde mental de quem a pratica e torna o mundo um lugar melhor para se viver.

Compreende-se que a criatividade antecede a inovação; que a criatividade pode ocorrer dentro da mente do indivíduo e pode até ser visualizada com o auxílio de tecnologia em tempo real, pelo funcionamento do cérebro do indivíduo. A criatividade pode ser expressa ou não visualmente; e quando expressa, ela pode gerar um produto para uso prático ou como objeto inspirador ao próprio criador ou as pessoas à sua volta.

Que ao depender da profundidade e viabilidade que a ideia propõe, seu produto pode ser compartilhado e até escalado com um número maior de pessoas, e se isto é algo que impacta ou muda positivamente a vida das pessoas, a criatividade cresce o suficiente para ser considerada uma inovação.

Pode-se citar o *Big-C creativity* de Albert Einstein ou Leonardo da Vinci. Entende-se que o criador pode ou não ter doença mental, mas percebe-se que a pessoa que apresenta ou desenvolve um profundo potencial criativo é diferenciada. Muitos deles demonstram características excêntricas que fazem parte do fato de conseguir ver as coisas de uma forma diferente das outras, ou arriscar o suficiente para criar o que as outras pessoas não criaram.

4.1 CRIATIVIDADE E SAÚDE MENTAL

A criatividade está estreitamente ligada à saúde mental e inclusive contribui para sua manutenção. Há autores que digam que o preço a ser pago pelas grandes inovações é a excentricidade de alguns poucos realizadores, todavia no século XXI a

criatividade tende a ser compreendida como consequência da saúde mental, entre outros fatores.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que a saúde mental se refere ao bem-estar físico, mental e social do cidadão, e entende-se que a expressão criativa flui com maior facilidade quando a pessoa vive com saúde mental. Inclusive, quando uma pessoa excêntrica ou com laudo psiquiátrico apresenta uma bela expressão criativa, este ato contribui para seu equilíbrio e sua saúde mental, à medida que expressa sua criatividade e contrabalançam seus desafios internos, até como forma de extravasar suas angústias e medos.

Portanto, a conclusão contemporânea do século XXI afirma que todos os seres humanos nascem com potencial criativo e que este pode ser desenvolvido ao longo da vida, assim como deve ocorrer com a aprendizagem na vida das pessoas. Neste ponto, a teoria do Kaufman e Beghetto com a introdução do *mini-c creativity* é uma teoria que merece ser compreendida e compartilhada a fim de que pais e educadores valorizem as ideias criativas de seus filhos e alunos, para que criem criativos e contribuam com a saúde mental dos indivíduos.

E ter saúde mental implica em ter ideias, coragem para criar, expressão criativa, desenvolvimento social e consequentemente econômico, possíveis inovações e riquezas para o país.

Percebe-se também, pela teoria apresentada e análise dos exemplos, que a deficiência física não é, necessariamente, um bloqueador da criatividade, visto que existem muitos criativos com necessidades especiais, como Stephen Hawking, renomado físico teórico britânico, que sofria de esclerose lateral amiotrófica (ELA), uma condição que o deixou paralisado, que fez contribuições significativas para a física teórica e a cosmologia; Stevie Wonder, lendário músico e cantor cego desde a infância, conhecido por sua criatividade na composição e execução de músicas que atravessam gêneros musicais; Temple Grandin, autista, renomada cientista e ativista que revolucionou a indústria de processamento de carne e melhorou o tratamento de animais de fazenda.

Esses são alguns exemplos de indivíduos com deficiências que demonstraram criatividade excepcional em suas respectivas áreas. Suas histórias inspiradoras mostram que a criatividade não conhece limites e pode florescer independentemente das adversidades enfrentadas.

Portanto, no contexto educacional, o potencial criativo deve ser reconhecido e incentivado em todas as escolas ou instituições especiais que abrigam pessoas em desenvolvimento, pois a criatividade é uma habilidade intrínseca a todos os seres humanos, embora em diferentes níveis.

4.2 APRENDIZAGEM CRIATIVA

Existem técnicas que podem ser dominadas e apropriadas pelos professores em busca de uma aprendizagem que favoreça a participação dos alunos e consequentemente a aprendizagem, como o estado de fluxo, o mindfulness, a autorregulação, o brainstorming, os mapas mentais, o design thinking, citadas nesta pesquisa, e tantas outras técnicas ou práticas pedagógicas inovadoras que podem ser desenvolvidas no ambiente escolar e em outros campos da vida.

Os educadores podem explorar seus potenciais criativos e incentivar seus educandos a fazerem o mesmo. Para isto, educadores podem lançar mão dos "4 Ps" apresentados por Mitchel Resnick a fim de orientar a aprendizagem no "aprendizado criativo", incorporando os princípios dos Projetos (*Projects*); Paixão (*Passion*); Pares (*Peers*); Play (*Brincar*). Esses "4 Ps" podem ser referência para educadores que desejam criar ambientes de aprendizagem que promovam a criatividade, o pensamento crítico e o pensamento computacional. Eles enfatizam a importância de projetos significativos, motivação intrínseca, colaboração entre pares e uma abordagem lúdica para a aprendizagem.

Percebe-se também que a cultura maker traz consigo de forma intrínseca o desenvolvimento do potencial criativo e benefícios à saúde mental, pois a cultura maker é uma abordagem que enfatiza a criação, a experimentação e a produção de objetos e soluções por meio do uso de tecnologia e ferramentas acessíveis.

Que os valores que orientam a cultura maker, que é aprender fazendo; promover a inclusão e a diversidade; colaborar e compartilhar; experimentar sem medo de errar, pois os erros são vistos como oportunidades de aprendizado; a sustentabilidade; a inovação aberta¹⁴ e a resolução de problemas reais; estão alinhados ao perfil profissional da indústria 4.0 e das características de aprendizagem orientadas pela neurociência como relevantes e significativas para a aprendizagem.

¹⁴ A cultura maker muitas vezes adota uma mentalidade de inovação aberta, onde ideias e projetos são compartilhados livremente, permitindo que outras pessoas construam sobre eles (Hatch, 2014).

A influência da família no potencial criativo é inegável, dada a significativa influência e inspiração que as palavras e ações dos pais ou responsáveis exercem sobre os menores, o que pode ser aprofundado em novo estudo. Mas é importante mencionar, conforme citado por alguns autores, que os desafios, inclusive os familiares, podem servir como ponte para a criatividade e a inovação, ou seja, não há como apresentar nesta pesquisa receitas prontas e acabadas, mas realizar uma reflexão e propor mecanismos para auxiliar os educadores a cumprirem sua missão com sucesso.

Sabe-se da complexidade dos sistemas estruturais, da segurança, da burocracia, da escassez de tempo, de recursos, da quantidade de alunos por turma, e da responsabilidade advinda sobre o ser humano professor.

Mas conclui-se que as reflexões propostas na presente pesquisa, os princípios estabelecidos e as orientações sugeridas podem ser compartilhadas e socializadas com os políticos e líderes educacionais, pois compreende-se que as mudanças podem ocorrer a médio e longo prazo, de maneira escalada.

Em 2013, o Presidente da maior Universidade de Engenharias da China, Tsinghua University, segundo Mitchel Resnick, líder das Engenharias do MIT (Resnick, 2020) visitou a fábrica da Lego, porque apesar de seus alunos terem histórico escolar de excelentes notas da educação básica à graduação, eles sentiram a necessidade de formar alunos além das habilidades técnicas, precisavam formar alunos que soubessem pensar e ser criativos, portanto, visitou a Lego a fim de buscar alternativas para ampliar a formação dos seus alunos, pois perceberam que os alunos chineses ficavam motivados quando realizavam atividades práticas e envolventes como a construção de objetos, inclusive, percepção ratificada pelo mapeamento da frequência cerebral dos alunos. Dez anos depois, a China desponta como segunda potência econômica mundial, e exporta produtos e altas soluções tecnológicas para o mundo todo.

As mudanças realizadas na educação geralmente demonstram seus frutos ou resultados a médio e longo prazo, portanto, há expectativa de que os líderes públicos, apoiados pelo povo, dediquem-se a projetos e reestruturações de médio e longo prazos como estes, a fim de que o investimento em educação gere seus frutos pelo desenvolvimento social e econômico também.

As possíveis mudanças propostas dependem também de uma mudança cultural por parte das famílias, pois esta pode se apresentar como obstáculo às

mudanças pelo medo do novo e/ou por falta de conhecimento. Por isso, a importância de conhecer e compartilhar as informações destacadas nesta pesquisa.

4.3 VALIDAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA CONTEMPORÂNEA A ALGUMAS TEORIAS SOBRE CRIATIVIDADE

A combinação da pesquisa sobre aprendizagem e criatividade com os avanços em neurociência tem proporcionado insights sobre como a criatividade pode ser cultivada e aprimorada na educação. Estudos de neuroimagem, como ressonância magnética funcional (fMRI) e eletroencefalografia (EEG), têm permitido aos pesquisadores mapear as áreas do cérebro associadas à criatividade e esses estudos demonstraram que a criatividade envolve uma rede complexa de áreas cerebrais, incluindo o córtex pré-frontal, o córtex cingulado anterior e o córtex parietal, e esta compreensão ajuda os educadores a adaptar estratégias de ensino que estimulem essas áreas cerebrais.

A neurociência tem destacado a importância da exposição a uma ampla gama de experiências e estímulos para alimentar a criatividade. Estudos mostraram que a plasticidade cerebral permite que o cérebro se adapte e se reorganize em resposta a novas experiências. A pesquisa em neurociência enfatiza a importância do pensamento associativo para a criatividade. Isso envolve a capacidade de fazer conexões entre informações aparentemente não relacionadas.

No campo das emoções, a neurociência demonstra que o medo do erro pode inibir a criatividade. Quando os alunos se sentem pressionados a evitar erros, eles tendem a adotar abordagens mais conservadoras e convencionais. Estudos neurocientíficos mostraram que o sono desempenha um papel crucial na consolidação da memória e do processo criativo. Garantir que os alunos tenham tempo adequado para descansar e dormir é essencial para promover a criatividade.

A neurociência também investigou a eficácia de práticas como *mindfulness* e treinamento cognitivo para potencializar a criatividade. Essas práticas podem ajudar os alunos a melhorar a atenção, a flexibilidade mental e a capacidade de gerar ideias inovadoras.

A concepção psicométrica da criatividade tem sido explorada e desenvolvida por vários pesquisadores ao longo do tempo, mas um dos nomes proeminentes nesse campo é E. Paul Torrance, por seu trabalho na medição e avaliação da criatividade,

bem como por sua contribuição para o desenvolvimento de testes de criatividade. Todavia, os testes podem não representar de forma fiel e integral o potencial criativo de seus participantes, mas pode ser considerado como um parâmetro.

Por isso, a concepção sociocultural da criatividade na educação, sob a perspectiva de Lev Vygotsky, que destaca a influência do ambiente social e cultural no desenvolvimento da criatividade, merece destaque. Vygotsky enfatizou a importância da interação social e da cultura no desenvolvimento cognitivo e na aprendizagem.

As contribuições de Robert J. Sternberg para a compreensão da inteligência e da criatividade têm influenciado significativamente a psicologia cognitiva e a pesquisa. Percebe-se que seu argumento de que a criatividade é específica para um domínio ou campo de conhecimento é corroborada pela neurociência. Isso significa que a criatividade em matemática pode se parecer diferente da criatividade em música, por exemplo. Desta forma, a criatividade não é apenas a capacidade de gerar ideias originais, mas também a capacidade de aplicar essas ideias de forma eficaz em um domínio específico, o que também tem relação com as sinapses e a plasticidade cerebral.

Além de Sternberg, outros pesquisadores e teóricos da criatividade também exploraram a concepção de domínio específico, argumentando que a expertise e o conhecimento profundo em um campo desempenham um papel fundamental na manifestação da criatividade nesse domínio. Essa abordagem destaca que diferentes áreas do conhecimento têm regras, convenções e desafios únicos que influenciam a forma como a criatividade se manifesta em cada campo. Portanto, a criatividade pode ser compreendida de maneira mais completa quando considerada em um contexto específico.

Pela pesquisa constata-se que o potencial criativo presente em cada pessoa pode ser aprimorado e desenvolvido pela prática e pelo treino (Alencar, 2003), considerando-se condições ambientais favoráveis e, quanto maior o conhecimento prévio construído, erudição e cognição, maior será a probabilidade do potencial criativo se desenvolver e se tornar uma inovação.

A criatividade não se limita apenas às artes ou à inovação tecnológica; ela se manifesta em várias áreas da vida. Pode ser expressa na resolução de problemas, na criação de novas receitas culinárias, na maneira como alguém organiza seu espaço

de trabalho, na solução de conflitos, na escrita, na música, na dança e em muitos outros aspectos da vida cotidiana (Beghetto; Plucker 2006).

Conclui-se que a criatividade e o nível de proficiência criativa de uma pessoa podem ser influenciados por vários fatores, onde destaca-se:

- Ambiente: o ambiente em que alguém cresce e vive pode influenciar a expressão da criatividade; sendo que um ambiente que valoriza e incentiva a criatividade pode estimular seu desenvolvimento.
- Educação: a educação desempenha um papel importante no desenvolvimento da criatividade; sendo que métodos de ensino que incentivam a exploração, a curiosidade e o pensamento crítico podem contribuir para a expressão criativa.
- Experiência: a experiência e a exposição a diferentes ideias, culturas e formas de pensar podem enriquecer a criatividade de uma pessoa.
- Motivação: a motivação pessoal desempenha um papel significativo na expressão da criatividade, pois quando alguém está motivado e apaixonado por uma área ou projeto, isso pode impulsionar a criatividade.
- Autoconfiança: acreditar em suas próprias habilidades criativas é fundamental para expressar a criatividade de maneira mais plena.
- Persistência: a criatividade muitas vezes envolve tentativa e erro; e a disposição para persistir e superar obstáculos é importante para desenvolver habilidades criativas.

E como a criatividade é uma habilidade presente em todos os seres humanos, assim como outras habilidades, quanto mais alguém pratica e aprimora sua criatividade, mais proficientes se tornam em expressá-la em várias áreas da vida. Portanto, mesmo que alguém não se considere altamente criativo no momento, pode trabalhar para desenvolver e aprimorar essa habilidade ao longo do tempo.

Nota-se que as pesquisas de Rex Jung e de outros cientistas sobre a criatividade ainda estão em andamento, e a compreensão completa dos processos cerebrais subjacentes à criatividade continua sendo um campo em evolução. No entanto, o trabalho de Rex Jung oferece valiosos insights sobre como a neurociência pode contribuir para a compreensão da criatividade e como estimulá-la.

A pesquisa neurocientífica identificou redes neurais específicas no cérebro que estão envolvidas no processo criativo. Essas redes incluem áreas como o córtex

pré-frontal, que desempenha um papel na geração de ideias e no pensamento divergente, e o córtex cingulado posterior, associado ao pensamento criativo e à imaginação. Através da ressonância magnética funcional (fMRI) e outras técnicas de imagem cerebral, os cientistas podem mapear a atividade nessas regiões enquanto as pessoas realizam tarefas (Jung).

Embora os trabalhos científicos possam divergir em relação a concepções e contextos históricos, a ciência reforça que a criatividade é uma capacidade inerente a todos os seres humanos, passível de desenvolvimento, e que o conhecimento sobre o cérebro humano pode enriquecer a compreensão sobre como promover esse desenvolvimento de forma eficaz.

Percebe-se que a criatividade, em regra, não é a expressão de um lampejo de inspiração que ocorre de forma completamente surpreendente e inexplicável. Ela é fruto da história, do conhecimento prévio do indivíduo, do seu desenvolvimento cognitivo, das influências do ambiente e das pessoas que o rodeiam, e influência de suas emoções e expectativas.

Transportou-se os cinco princípios do clima psicológico que favorecem o desenvolvimento da criatividade, posto por Alencar, para o contexto educacional, e assumiu-se que para existir um ambiente favorável ao desenvolvimento da criatividade no contexto educacional o professor deve expressar confiança na capacidade e competência do seu aluno; incentivar os pensamentos dos alunos e suas expressões de novas ideias; planejar e disponibilizar materiais que favoreçam o aluno a construir e produzir; envolver os alunos em contextos reais de sua sala de aula ou comunidade local, identificar desafios, considerá-los como oportunidades e construir soluções criativas.

Considera-se que o professor, líder inspirador e criativo que é, deve realizar o melhor com o que ele tem. A sugestão de procurar linkar os conteúdos dos currículos com situações práticas vividas na comunidade em que eles estão inseridos, levar e/ou pedir para os alunos levarem materiais reciclados para prototipar, tirá-los da sala de aula tradicional e ensiná-los no pátio em um ambiente de aprendizagem inovador, estar próximo à natureza, agir com empatia e valorizar o que é importante e para a vida, são sugestões que convergem com os cinco princípios de Alencar.

Brainstorming, mapas mentais e design thinking são técnicas e abordagens que podem ser usadas no contexto educacional para estimular a criatividade e a inovação e podem ser usadas de forma complementar entre si. Por exemplo, o

brainstorming pode ser usado para gerar uma grande quantidade de ideias, que podem então ser organizadas em mapas mentais para uma melhor compreensão e refinamento; e o design thinking pode ser aplicado para transformar ideias em soluções práticas e viáveis.

A conexão entre criatividade e saúde mental é particularmente relevante no contexto da cultura maker, onde os indivíduos têm a oportunidade de colocar sua criatividade em ação, experimentar novas ideias e soluções, e aprender com suas próprias experiências. Isso não apenas estimula a mente, mas também fortalece a autoestima, pois as pessoas se sentem capacitadas e confiantes em suas habilidades criativas.

Portanto, percebe-se que a relação entre criatividade, saúde mental e a cultura maker é uma via de mão tripla, em que a busca pela expressão criativa pode nutrir a mente e o coração, enquanto a saúde emocional pode inspirar a criatividade contínua e a exploração de novos horizontes. Essa interligação é um lembrete de que a criatividade não é apenas uma habilidade necessária, mas também um caminho para uma vida mais rica e gratificante.

A combinação da pesquisa sobre criatividade e a neurociência oferece uma base sólida para aprimorar a educação. Ela destaca a importância de criar ambientes de aprendizagem que estimulem a criatividade, promovam a exploração e valorizem o processo de aprendizado, em vez de apenas os resultados finais. Ao incorporar esses princípios, os educadores podem preparar os alunos para enfrentar os desafios complexos do mundo atual com habilidades criativas que são essenciais.

4.4 PROPOSTA DO QUADRO TEÓRICO PARA AUXILIAR EDUCADORES A DESENVOLVER O POTENCIAL CRIATIVO DE SEUS EDUCANDOS

Diante da importância vital de fomentar a criatividade entre os educandos, esta pesquisa se propõe a contribuir para a prática educacional, propondo um quadro teórico que possa orientar os educadores nesse desafio crucial. O intuito é contribuir para que os professores possam cumprir sua missão educacional de formar cidadãos criativos, cumprindo e indo além da formação técnica, alinhando-se com as habilidades essenciais demandadas para a vida e trabalho no século XXI.

O quadro teórico proposto incorpora elementos-chave derivados das descobertas da neurociência e da interação entre a neurociência e a psicologia para

o ambiente educacional. Ao reconhecer a complexidade do pensamento criativo e sua base neurobiológica, este quadro oferece orientações práticas para estimular a criatividade entre os educandos.

Quadro 2 - Quadro teórico para auxiliar educadores a desenvolver a criatividade de seus alunos no contexto educacional

1. Concepção de criatividade	O potencial criativo está presente em todos os seres humanos desde o nascimento e pode ser desenvolvido ao longo da vida.
2. Ambiente criativo	Criar um ambiente alegre, com mensagens motivacionais, livre de medos ou julgamentos e com materiais para criar e prototipar.
3. Problematização, curiosidade e exploração	Promover o aprendizado baseado em problemas, onde os participantes enfrentam desafios que despertam sua curiosidade e exploram soluções criativas, inclusive com técnicas como brainstorming, mapas mentais e design thinking.
4. Pensamento crítico	Avaliar informações, identificar problemas e considerar múltiplas soluções. Estimular o pensamento metacognitivo, onde os participantes refletem sobre seu próprio processo de pensamento e ajustam suas estratégias.
5. Colaboração e comunicação	Promover a colaboração entre os participantes, incentivando a troca de ideias e a co-construção de conhecimento. Desenvolver as habilidades de comunicação para expressar ideias de forma clara e argumentativa.
6. Multimodalidade e inclusão	As pessoas são diferentes, aprendem de formas distintas e quanto mais opções de modos de aprender ela dispor, mais incluída e amada se sentirá.
	Encorajar os participantes a se autoconhecerem; a identificar suas forças a fim

7. Autonomia e autorregulação	de fortalecê-las e suas fraquezas, a fim de desenvolvê-las. Ensinar a administrar as prioridades, o tempo e os recursos de maneira eficaz.
8. Saúde mental	Estado de bem-estar físico, emocional e social. Descanso; alimentação adequada; atividades físicas, espirituais e mentais favorecem a concentração, a criação e a resiliência.
9. Avaliação criativa	Desenvolver métodos de avaliação que valorizem a criatividade, incluindo a avaliação de processos e não apenas de produtos pontuais e finais. Feedback construtivo que ajude o participante a aprimorar suas habilidades.
10. Desenvolvimento profissional dos Educadores	Capacitar-se continuamente para atualizar suas próprias habilidades e aprender abordagens pedagógicas inovadoras. Compartilhar boas práticas e colaborar entre os educadores.

Este quadro teórico serve como um guia geral para educadores que desejam promover o pensamento criativo de seus alunos. É importante adaptar esses princípios às necessidades específicas de cada grupo de estudantes e ao contexto educacional. Além disso, a colaboração entre educadores, pesquisa contínua e experimentação são relevantes para o sucesso na promoção da criatividade no contexto educacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A promoção da criatividade no contexto educacional é uma área de pesquisa e prática pedagógica que oferece oportunidades significativas para melhorar a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos, e o conhecimento neurocientífico proporciona insights e explicações que podem nortear os educadores e demais interessados pelo tema.

A presente pesquisa conclui que o potencial criativo está presente em todos os seres humanos, desde quando nascem, e que pode e deve ser desenvolvido ao longo da vida. Como as crianças e adolescentes passam, em regra, grande parte de suas vidas dentro das escolas, o professor e o ambiente educacional ganham relevância a fim de contribuir para o desenvolvimento deste potencial criativo.

Quando é ofertado um ambiente para as pessoas aprenderem alegre, divertido, sem medos, conectado a realidade no sentido de despertar a curiosidade dos educandos perante as necessidades e resolver os problemas juntos, construir soluções e até prototipar; e o professor realizar o trabalho de ser inspirador, cooperador, incentivador e auxiliar os alunos a compreenderem, filtrarem e selecionarem as informações, argumentarem e criticarem, se expressarem e contribuírem com o melhor de si, acredita-se que as escolas serão um terreno fértil para o desenvolvimento da criatividade e inclusive, para a saúde mental dos envolvidos.

Pessoas saudáveis e criativas tem coragem para criar; pessoas saudáveis e criativas contribuem economicamente e, quando a criatividade é viável para ser escalada para um grande número de pessoas, tornar-se inovação, e a inovação significa qualidade de vida, desenvolvimento econômico e riquezas para o país. Isto também pode ser percebido pelo impacto nas exportações de soluções para o mundo, atração e retenção de talentos. Portanto, a criatividade segue para a inovação, e a inovação reflete desenvolvimento econômico para o país e qualidade de vida a seus cidadãos.

A tecnologia e a inteligência artificial podem e devem ser utilizadas a favor do desenvolvimento da criatividade, à medida que permite conexões sem fronteiras, instrumentalização e criação de objetos, experimentos, varredura de dados e feedback educacional, através de inteligência que permite perceber e criar experiências de aprendizagem personalizadas. O fator humano permanece como

protagonista na era digital porque é ele está no comando, criando, liderando e com um vasto campo de operadores tecnológicos para com ele colaborar. A tecnologia permite que o ser humano dedique-se a atividades mais complexas enquanto a máquina pode realizar a seu comando atividades mais operacionais.

É importante ressaltar que o benefício da tecnologia depende dos fins que se pretende obter com ela, e o tempo dedicado a instrumentalizá-la deve obedecer a regras e limites para o bem-estar social.

A tecnologia também tem contribuído para desvendar os mistérios do corpo humano, mais especificamente no presente estudo, a compreensão do cérebro humano. Exames computadorizados revelam como ocorrem os processos cerebrais, quais experiências favorecem sinapses positivas, que fazem bem ao corpo humano, constroem aprendizado, desenvolvem-se habilidades como a criatividade e criam memórias, assim como quais episódios geram transtornos que matam neurônios, bloqueiam ou inibem o desenvolvimento humano; e a influência das emoções e das rotinas da vida, como o descanso, atividade física, estresse ou alimentação.

Conclui-se que um mundo se abre diante dos humanos para a compreensão do funcionamento do cérebro humano a partir da tecnologia que ele desenvolveu, e que muito deve ser estudado, pesquisado e compartilhado para que os educadores conheçam e apliquem o que é bom e possam contribuir ao máximo para a felicidade, para a saúde mental e para o desenvolvimento do potencial criativo de seus educandos.

Necessário se faz continuar a pesquisa com as intersecções destes três domínios: criatividade, educação e neurociência, pois percebe-se que é apenas o início de um imenso campo a ser explorado e que possui relevante impacto sobre a vida das pessoas.

A formação contínua ajudará os professores a desenvolver abordagens eficazes para estimular a criatividade, ao contribuir para o desenvolvimento de metodologias de ensino e aprendizagem e métodos de avaliação que vão além de ensino e avaliações tradicionais, e valorizem o processo criativo.

Cabe lembrar que cada indivíduo é único, e o que funciona para uma pessoa pode não ser igualmente eficaz para outra, daí a importância da introdução e valorização do *mini-c creativity* no contexto educacional para favorecer o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos, pois é cada vez mais reconhecido que a criatividade desempenha um papel crucial no desenvolvimento global dos

alunos, preparando-os para enfrentar os desafios de um mundo em constante evolução. Ao incorporar princípios da cultura maker em sua prática pedagógica, valorização e avaliação do processo de aprendizagem em detrimento a avaliações únicas e pontuais, os professores podem desempenhar um papel vital no desenvolvimento do potencial criativo de seus alunos, preparando-os para se tornarem solucionadores de problemas e inovadores em um mundo em constante mudança.

Portanto, a interseção entre criatividade, educação e neurociência oferece uma perspectiva promissora para aprimorar o processo educacional. Ao compreender melhor como o cérebro funciona durante as atividades propostas, pode-se projetar ambientes de aprendizagem mais eficazes e estimulantes. A neurociência fornece insights relevantes sobre como maximizar o potencial criativo dos alunos, adaptando abordagens pedagógicas e estratégias de ensino.

Incorporar esses conhecimentos em práticas educacionais pode catalisar o florescimento da criatividade entre os estudantes e a comunidade escolar, para que vivam com alegria, saúde e propósito.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. M. L. S. **Como desenvolver o potencial criador**. Petrópolis: Vozes, 1990.
- ALENCAR, E. M. L. S. Promovendo um ambiente favorável à criatividade nas Organizações. **RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo**, v. 38, n. 2, p.18-25, 1998.
- ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano de; FLEITH, Denise de Souza. Criatividade na educação superior: fatores inibidores. **Avaliação**, Campinas, v. 15, n. 02, p. 201-219, 2010.
- AMABILE, T. A. **Growing up creative**. Buffalo, NY: The Creative Education Foundation Press, 1989.
- ANDERSON, C. A.; DILL, K. E. Video games and aggressive thoughts, feelings, and behavior in the laboratory and in life. **Journal of personality and social psychology**, [S.l.], v. 78, n. 4, p. 772-790, 2000.
- ASHBY, F. Gregory. **Statistical analysis of fMRI data**. EUA: MIT press, 2019.
- BANDURA, Albert. **Self-Efficacy**: the exercise of control. [S.l.]: Worth Publishers, 1997.
- BEGHETTO, R.A.; KAUFMAN, J.C. Toward a broad conception of creativity: a case for "mini-c" creativity. **Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 73-79, 2007.
- BEGHETTO, R. A.; PLUCKER, J. A. The relationship among schooling, learning, and creativity: "All roads lead to creativity" or "You can't get there from here?" *In*: KAUFMAN, J. C.; BAER, J. (Eds.). **Creativity and Reason in Cognitive Development**. Cambridge, NY: Cambridge University Press, 2006. p. 316-332.
- BORGES, Rafael R. *et al.* Sincronização de disparos em redes neuronais com plasticidade sináptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 2311-2319, 2015.
- BROWN, Tim. **Change by Design**. [S.l.]: Harper Business, 2009.
- BUZAN, Tony. **Use Both Sides of Your Brain**. Estados Unidos: Plume, 1970.
- BUSINESS ROUNDTABLE. **Change the Equation Survey on U.S. Workforce Skills**: Summary of findings. 2014. Disponível em: https://www.ecs.org/wp-content/uploads/2014-BRT-CTEq-Skills-Survey-Slides_0.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

CAMARGO FILHO, Paulo Sérgio; SILVA, Messias Borges; LABURÙ, Carlos Eduardo. **A Engenharia e as Novas DCNs**: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2019. v. 1, p. 100-113

COTTA, Rosângela Minardi Mitre; COSTA, Glaucete Dias da; MENDONÇA, Erica Toledo de. Portfólios crítico-reflexivos: uma proposta pedagógica centrada nas competências cognitivas e metacognitivas. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, [S.l.], v. 19, p. 573-588, 2015.

CRAFT, Anna. **Creativity in Schools**: Tensions and Dilemmas. Inglaterra: University of Exeter, 2005.

CRUZ, Luciana Hoffert Castro. Bases neuroanatômicas e neurofisiológicas do processo ensino e aprendizagem. *In*: A NEUROCIÊNCIA e a Educação: Como nosso cérebro aprende? Ouro Preto: [s.n.], 2016. p. 5.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Creativity**. New York: Harper Collins, 1996.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **The Systems Model of Creativity**: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi. Estados Unidos: Springer, 2014. p. 31-53.

DAVIDSON, Richard J.; KASZNIAK, Alfred W. Conceptual and methodological issues in research on mindfulness and meditation. **American Psychologist**, [S.l.], v. 70, n. 7, p. 581, 2015.

DEFFENDI, Luma Tiziotto; SCHELINI, Patrícia Waltz. O monitoramento metacognitivo em tarefas que envolvem a criatividade verbal. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 32, n. 3, 2017.

DIAS, Gisele P.; REIS, Ricardo AM. Plasticidade sináptica: natureza e cultura moldando o Self. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 22, p. 128-135, 2009.

DUARTE, Michael de Quadros *et al.* COVID-19 e os impactos na saúde mental: uma amostra do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 3401-3411, 2020.

DUTRA, J. S. **Competências**: conceitos e instrumentos para gestão de pessoas na empresa moderna. São Paulo: Atlas; 2004.

FELDMAN, D. H.; CSIKSZENTMIHALYI, M.; GARDNER, H. (Eds). **Changing the world**. A framework for the study of creativity. Westport, CT: Praeger, 1994.

FELDMAN, D. H. Creativity: dreams, insights and transformations. *In*: FELDMAN, D. H.; CSIKSZENTMIHALYI, M.; GARDNER, H. (Orgs.). **Changing the world. A framework for the study of creativity**. Westport, CT: Praeger, 1994.

FERNANDES, R. M. F. O sono normal. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 39, n. 2, p. 157-168, abr./jun. 2006.

FINK, A.; BENEDEK, M. EEG alpha power and creative ideation. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, [S.l.], v. 44, p. 111-123, 2014.

FLEITH, D. S. Criatividade: novos conceitos e ideias, aplicabilidade à educação. **Revista Educação Especial**, Brasília, n. 17, 2012.

FREUD, Sigmund. **Edição standard brasileira das obras psicológicas completas de Sigmund Freud**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 2021.

GARDNER, H. **Creating Minds**. New York: Basic Books, 1993.

GUERRA, Antonio Fernando Silveira. **Diário de Bordo**: navegando em um ambiente de aprendizagem cooperativa para educação ambiental. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GUILFORD, J. P. **The nature of human intelligence**. New York: MacGraw- Hill, 1967.

GURGEL, M. F. **Criatividade & Inovação**: uma Proposta de Gestão da Criatividade para o Desenvolvimento da Inovação. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

HATCH, Mark. **Maker Movement Manifesto**. [S.l.]: Mc Graw Hill education, 2014.

JUNG, R. E.; MEAD, B. S.; CARRASCO, J.; FLORES, R. A. The structure of creative cognition in the human brain. **Frontiers in Human Neuroscience**, [S.l.], v. 7, p. 330, 2013.

KANDEL, Eric R. *et al.* (Ed.). **Principles of neural science**. New York: McGraw-hill, 2000.

KAUFMAN, J. C. BEGHETTO, R. A. Beyond big and little: the four C model of creativity. **Review of general psychology**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 1-12, 2009.

KAUFMAN, J. C. ; BEGHETTO, R. A. Exploring mini-c across cultures. *In*: DEHAAN, R.; NARAYAN, K. M. V. (Eds.). **Education for innovation**: Implications for India, China and America. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers, 2008.

BEGHETTO, Ronald A.; KAUFMAN, James C. Classroom contexts for creativity. **High ability studies**, v. 25, n. 1, p. 53-69, 2014.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

LABURÚ, C.E. ; SILVA, Osmar Henrique Moura da ; CAMARGO FILHO, P. S. **Semiótica Aplicada à Educação Científica**. São Paulo: Livraria da Física, 2021. v. 1.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; SILVA, Osmar Henrique Moura da. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 02, p. 469-487, 2011.

LEITE, B. S. Aplicativos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada para o ensino de Química. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, p. e097220, 2020. DOI: 10.31417/educitec.v6i.972. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/972>. Acesso em: 12 nov. 2023.

LEANCASTRE, José Alberto; ARAÚJO, Maria José. Impacto das tecnologias em contexto educativo formal. **Revista galego-portuguesa de psicoloxía e educación: revista de estudos e investigación en psicología y educación**, v. 1, 2007.

LIEBERMAN, Daniel Z.; LONG, Michael E. **Dopamina: a molécula do desejo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2023.

MASLOW, Abraham. **Motivation and Personality**. New York: [s.n.], 1954.

MAY, Rollo. **A Coragem de Criar**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

MCGONIGAL, Jane. **Imaginable: How to See the Future Coming and Feel Ready for Anything - Even Things That Seem Impossible Today**. [S.l.]: Spiegel & Grau, 2022.

MORAES, Maria Cândida. Pensamento ecossistêmico educação, aprendizagem e cidadania. In: PINHO, M. J. (Org). **Educação Transdisciplinar: escolas criativas e transformadoras**. Palmas (TO): EDUFT, 2020. cap 1, p. 13-46.

MÜLLER, Mônica Rocha; GUIMARÃES, Suely Sales. Impacto dos transtornos do sono sobre o funcionamento diário e a qualidade de vida. **Estudos de psicologia**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 519-528, 2007.

NAKANO, Tatiana de Cássia. Programas de treinamento em criatividade: conhecendo as práticas e resultados. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 15, p. 311-322, 2011.

NOVAES, M. H. (Org.) **Talento e superdotação**. Rio de Janeiro: Departamento de Psicologia, PUC/ RJ, 1995.

NUNES, S. C.; SANTOS, R. P. O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia, SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia, SP: ENPEC, 2013. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1200-1.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

OLIVEIRA, Zélia Maria Freire de. Fatores influentes no desenvolvimento do potencial criativo. **Estudos de psicologia**, Campinas, v. 27, p. 83-92, 2010.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças**: Repensando a Escola na Era da Informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PASSOS, Adriana Quimentão; LUCCAS, Simone. Avaliação formativa: uma experiência nas disciplinas de Prática de Ensino de Matemática I e II. **Com a Palavra, o Professor**, Bahia, v. 6, n. 15, p. 13-36, 2021.

PIAGET, Jean. **The Grasp of Consciousness**: Action and Concept in the Young Child. Cambridge, Mass: Harvard University, 1976.

PLUCKER, J. A.; BEGHETTO, R. A.; DOW, G. Why isn't creativity more importante to educational psychologists? **Educational Psychologist**, [S.l.], v. 39, n.2, 2004.

RESNICK, Mitchel, **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. Porto Alegre: Editora Penso, 2020.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia**: reflexão e crítica, Porto Alegre, v. 16, p. 109-116, 2003.

ROBINSON, Ken. **The Element**: How Finding Your Passion Changes Everything. Estados Unidos: Penguin Books, 2009.

RUNCO, M. Creativity. **Annu. Rev. Psychol**, [S.l.], v. 55, p. 657-687, 2004.

RUNCO, M. A. Personal Creativity: definition and developmental issues. *In*: RUNCO, M. A. **Creativity from child hood through adult hood**: the developmental issues. Jossey-bass Publishers, 1996.

SAWYER, R. K. *et al.* **Creativity and development**. New York: Oxford University Press, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/LzhKRBg7pdy5jhq9M5cYRQG/?format=html>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030**: sumário executivo. Brasília: SENAI, 2018.

STERNBERG, R. J.; WILLIAMS, W. M. **How to develop student creativity**. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1996.

ROOT-BERNSTEIN, R.; ROOT-BERNSTEIN, M. **Sparks of Genius**: The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People. [S.l.]: HarperOne, 2019.

SILVA, Maria de Fátima Minetto Caldeira; KLEINHANS, Andréia Cristina dos Santos. Processos cognitivos e plasticidade cerebral na Síndrome de Down. **Revista Brasileira de educação especial**, Bauru, v. 12, p. 123-138, 2006.

SOUZA, Laura Aparecida Alves Ferreira de; SILVA, Sdney Vergilio da. A neurociência como ferramenta no processo ensino-aprendizagem. **Revista Mythos**, Varginha - MG, v. 12, n. 2, p. 66-77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36674/mythos.v12i2.310>

STEM 2026: **A Vision for Innovation in STEM Education**. Department of Education United States of America, September 2016.

STERNBERG, R.J.; LUBART, T. I. Investing in creativity. **American Psychologist**, [S.l.], v. 51, p. 677-688, 1996.

TORRANCE, E. P. **Creativity in the classroom**. Washington, DC: National Education Association, 1983.

TORRANCE, E. P.; TORRANCE, J. P. **Pode-se ensinar criatividade**. São Paulo: EPV, 1974.

VENANCIO JÚNIOR, Sergio José. Arte e inteligências artificiais: Implicações para a criatividade. **ARS**, São Paulo, v. 17, p. 183-201, 2019.

VIRGOLIM, A M. R. ; FLEITH, D. S.; NEVES- PEREIRA, M. S. **Toc toc... plim plim**. Lidando com as emoções, brincando com o pensamento através da criatividade. Campinas: Papirus, 1999.

VYGOTSKY, L. S. Imagination and creativity in childhood. **Journal of Russian and East European Psychology**, [S.l.], v. 42, p. 7-97, 2004. (Original publicado em 1967)

VYGOTSKY, L. S. **Imaginación y creación em la edad infantil**. Havana: Pueblo y Educación, 1987.

XIMENES, Verônica Moraes *et al.* Saúde Comunitária e Psicologia Comunitária: suas contribuições às metodologias participativas. **Psicol. pesq.**, Juiz de Fora , v. 11, n. 2, p. 4-13, dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.24879/2017001100200161>. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-12472017000200002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 19 nov. 2023.