

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR VALADARES**

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE
NACIONAL**

Adriana Aparecida Souza Rosa Melo

**Fisiologia do Sistema Sensorial: Estratégias de práticas pedagógicas para o
ensino de Fisiologia Sensorial no ensino médio.**

Governador Valadares – MG

2021

Adriana Aparecida Souza Rosa Melo

Fisiologia do Sistema Sensorial: Estratégias de práticas pedagógicas para o ensino de Fisiologia Sensorial no ensino médio.

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM – apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO – do Instituto de Ciências da Vida – ICV, da Universidade Federal de Juiz de Fora, campus avançado de Governador Valadares (UFJF/GV - instituição associada), e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG – instituição sede), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Macroprojeto “Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados”.

Orientador: Roberto Queiroga Lautner

Governador Valadares

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Melo, Adriana Aparecida de Souza Rosa.

Fisiologia do Sistema Sensorial : Estratégias de práticas pedagógicas para o ensino de Fisiologia Sensorial no ensino médio / Adriana Aparecida de Souza Rosa Melo. -- 2021.
101 f. : il.

Orientador: Roberto Queiroga Lautner

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2021.

1. Metodologias ativas de ensino. 2. Prática docente. 3. Geração Z. 4. Fisiologia Sensorial. 5. Ensino híbrido. I. Lautner, Roberto Queiroga, orient. II. Título.

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

Adriana Aparecida Souza Rosa Melo

Fisiologia do Sistema Sensorial: Estratégias de práticas pedagógicas para o ensino de Fisiologia Sensorial no ensino médio.

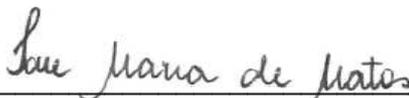
Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM – apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO – do Instituto de Ciências da Vida – ICV, da Universidade Federal de Juiz de Fora, campus avançado de Governador Valadares (UFJF/GV - instituição associada), e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG – instituição sede), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Macroprojeto “Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados”.

Aprovada em 18 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Roberto Queiroga Lautner – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/GV
Campus Governador Valadares



Dra. Ione Maria de Matos
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF/GV
Campus Governador Valadares



Dr. Olagide Wagner de Castro
Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Dedico com amor à minha mãe, que sempre acreditou no poder da educação, e nunca mediu esforços para garantir os estudos dos filhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tamanha graça concedida a mim, creio fielmente que o mestrado foi resposta às minhas orações;

Agradeço ao meu esposo Leonardo, que acreditou em mim muito antes e muito mais do que eu mesma, tornando esse sonho possível;

Aos meus filhos Marina e Gabriel que durante todo o percurso sempre entenderam a minha ausência nos passeios em família, ao assistir um filme, sempre rezando e torcendo por mim;

À Cristina, minha madrinha de mestrado, que me falou do exame nacional de acesso do PROFBIO e durante todo o processo de seleção e efetivação da matrícula me impulsionou a seguir em frente mesmo diante das dificuldades impostas pelo trabalho;

À minha mãe que mesmo distante sempre se preocupou, me incentivou e orou por mim;

À minha irmã pelas orações de proteção na estrada, todas às sextas-feiras do curso;

Aos meus sogros que sempre me apoiaram, minha sogra Marília pelo incentivo incondicional e meu sogro Adão pela disponibilidade de sempre ao acordar de madrugada para me levar até a minha carona;

De modo muito especial, ao meu orientador professor Roberto Queiroga Lautner, pela disponibilidade de sempre, o comprometimento, a doação e os ensinamentos mesmo diante de situações adversas da vida;

Aos meus colegas de mestrado que tornaram a vivência desses dois anos de curso ainda mais especial;

A todos os professores do PROFBIO/UFJF - GV, pessoas e profissionais excepcionais, que contribuíram muito para o meu crescimento profissional e pessoal;

À Comissão Nacional do PROFBIO (UFMG) pelo programa maravilhoso, que objetiva melhorar a qualidade de ensino de biologia ofertado aos estudantes do ensino médio da rede pública.

Relato do Mestrando - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora – *Campus Governador Valadares*

Mestrando: Adriana Aparecida Souza Rosa Melo

Título do TCM: Fisiologia do Sistema Sensorial: Estratégias de práticas pedagógicas para o ensino de Fisiologia Sensorial no ensino médio.

Data da defesa: 18/11/2020

Cresci valorizando a educação, minha mãe sempre dizia: - “Filhos estudem, a educação é algo que ninguém pode tirar de vocês!” Mesmo com todas as dificuldades financeiras, ela trabalhou pesado para garantir os estudos dos filhos. Ela que tinha apenas a antiga quinta série do ensino fundamental. Sempre estudei em escolas públicas, sendo o primário e o fundamental em escolas estaduais, e o ensino médio no Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Sempre muito determinada, a educação foi abrindo as portas para mim.

Minha mãe cumpriu o seu propósito de vida, o de garantir escola para seus filhos até concluírem o antigo segundo grau e nos passou a bola quanto ao compromisso de custear a nossa faculdade. Não foi nada fácil, mas nem difícil demais! Foi a educação, o conhecimento que sempre me abriu as portas. Já após a conclusão do segundo grau técnico comecei a trabalhar na minha área, como técnica em patologia clínica, o que me possibilitou sonhar mais alto e custear a minha faculdade.

Sou formada há vinte anos e logo no início de minha carreira fui lecionar para o ensino médio em uma escola estadual de uma cidadezinha do interior de Minas Gerais. Foi amor à primeira vista, me apaixonei! Sou apaixonada pela sala de aula! Os olhares, o entusiasmo, a curiosidade dos alunos, inspirar, motivar, ensinar, tudo me fascina!

Após cinco anos, ao mudar daquela cidade, me afastei da escola, mas sempre com a vontade de voltar. Após anos, retornei aos bancos acadêmicos para me habilitar a ministrar aula, e concluí o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Estar habilitada possibilitou o meu retorno às salas de aula, agora concursada. Só

que ao retornar, a realidade que encontrei era outra: alunos apáticos, conectados aos celulares, dormindo, muito poucos estudando interessados. Tudo que eu fazia não produzia resultados, baixo rendimento, alunos analfabetos funcionais, um caos, e eu sempre me perguntando interiormente: o que está acontecendo? O que deve ser mudado para resgatar o valor do conhecimento por esses jovens que têm um futuro todo pela frente, um futuro que só eles podem construir alicerçados pelo conhecimento?

As minhas forças já estavam se esgotando quando um anjo me falou do edital do exame de seleção do PROFBIO no início de 2018. Eu mais uma vez acreditei no poder da educação, me escrevi, estudei muito, passei. Estudei tão focada em passar, pois sabia que seria na universidade, na pós-graduação *stricto sensu* em ensino de biologia, no conhecimento científico que estaria as respostas às minhas inquietações. E realmente aconteceu, no PROFBIO consegui refletir a minha prática docente, entendi o que precisaria ser mudado, o desconstruir para construir, uma longa e espetacular jornada. A teoria da construção do conhecimento, o rápido avanço das diferentes áreas do conhecimento, o novo paradigma da sociedade da informação e do conhecimento, os avanços tecnológicos, o uso das tecnologias digitais como apoio ao processo educativo. Foram dois anos de grandes descobertas, profundas mudanças da minha prática em sala de aula (e fora dela), alunos mais motivados apesar de todas as dificuldades, a mudança de mentalidade.

Foi uma experiência gratificante, professores excelentes, colegas espetaculares, intensa troca de saberes, formação científica e a sala de aula como laboratório. Hoje me sinto mais confiante em inovar, constatei que o esforço vale a pena, que a tecnologia auxilia o processo educativo e que aprender é um processo contínuo de apreensão, aplicação e avaliação.

Agradeço à CAPES, a todos os profissionais que contribuíram para existência do programa, aos professores e à toda equipe envolvida nesse grande evento que é o PROFBIO, que como eu acreditam no poder de uma educação de qualidade.

“Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 21).

RESUMO

O presente trabalho, com base na literatura científica, propõe alternativas pedagógicas no ensino de fisiologia sensorial (conteúdo do primeiro e segundo ano do ensino médio), que contemplem a forma de aprender dos jovens atuais, nativos digitais nascidos entre 1996 e 2005, conhecidos como geração Z. Nessa pesquisa caracterizada como bibliográfico-descritiva realizou-se a busca de artigos, dissertações, teses, livros e trabalhos publicados em anais de congressos a partir das palavras chaves - teoria do conhecimento, geração Z, prática docente, novas metodologias de ensino, ensino híbrido, fisiologia sensorial - e suas variações, nas bases de dados Scielo, Periódicos da CAPES e Google Scholar. Foram selecionados trabalhos científicos nos idiomas português, inglês e espanhol na área da educação (datados de 1990 a 2019), de fisiologia sensorial (2007 a 2014) e artigos originais na área de fisiologia sensorial com o objetivo de fundamentar uma nova proposta pedagógica no ensino de fisiologia sensorial para alunos do ensino médio. A princípio o objeto dessa pesquisa seria elaborar uma nova proposta pedagógica para o ensino de fisiologia sensorial e avaliar sua aplicação em sala de aula. Concluída a elaboração da nova proposta pedagógica, essa se caracterizou em um modelo de ensino híbrido por envolver aula expositiva dialogada, roteiro de aulas práticas associado ao uso de uma plataforma digital - *Google Classroom* como estratégias de ensino-aprendizagem. Mas pela suspensão das aulas durante o ano de 2020 em consequência da pandemia da COVID-19 não foi possível aplicá-la, então buscou-se trabalhos de pesquisa anteriormente realizados sobre aplicação e avaliação de metodologias ativas e o uso de tecnologias no processo educativo, referenciando seus resultados e conclusões para responder à pergunta: Uma sequência didática que associe metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais em um sistema de ensino híbrido tem potencial para favorecer o processo ensino-aprendizagem dos jovens atuais? Com base nos estudos relacionados acredita-se que a nova proposta pedagógica, resultado do presente trabalho, por utilizar três formatos integrados: aulas expositivas dialogadas (metodologias ativa), práticas simples (que favorecem a sensibilização dos fenômenos biológicos) e ambiente remoto (que amplia o espaço-tempo de sala de aula), favorecerá a construção do conhecimento científico, maximizará o processo de ensino e

aprendizagem, além de possibilitar a inserção do discente na esfera digital – ambiente que a geração Z tem familiaridade e interesse.

Palavras-chave: Prática docente. Geração Z. Metodologias ativas de ensino. Fisiologia sensorial. Ensino híbrido.

ABSTRACT

The present work, based on scientific literature, proposes pedagogical alternatives in the teaching of sensory physiology (content of the first and second year of high school), which contemplate the way of learning from the current young people, digital natives born between 1996 and 2005, known as generation Z. In this research, characterized as bibliographic-descriptive, articles, dissertations, theses, books and works published in conference proceedings were searched using the key words - knowledge theory, generation Z, teaching practice, new teaching methodologies , hybrid teaching, sensory physiology - and their variations, in the Scielo, CAPES and Google Scholar databases. Scientific papers in Portuguese, English and Spanish in the area of education (dated from 1990 to 2019) and original articles in the area of sensory physiology were selected in order to support a new pedagogical proposal in the teaching of sensory physiology to high school students. At first the object of this research would be to develop a new pedagogical proposal for the teaching of sensory physiology and to evaluate its application in the classroom. Once the elaboration of the new pedagogical proposal was completed, it was characterized in a hybrid teaching model as it involved a dialogical expository class, a practical class script associated with the use of a digital platform - Google Classroom as teaching-learning strategies. However, due to the suspension of classes during the year 2020 as a result of the COVID-19 pandemic, it was not possible to apply it, so research work previously carried out on the application and evaluation of active methodologies and the use of technologies in the educational process was sought, referencing their results and conclusions to answer the question: Does a didactic sequence that combines active methodologies mediated by digital technologies in a hybrid education system have the potential to favor the teaching-learning process of today's young people? Based on the related studies, it is believed that the new pedagogical proposal, result of the present work, for using three integrated formats: dialogued expository classes (active methodologies), simple practices (that favor the sensitization of biological phenomena) and remote environment (which expands the classroom space-time), will favor the construction of scientific knowledge, maximize the teaching and learning process, in addition to

enabling the insertion of the student in the digital sphere - an environment that Generation Z is familiar with and interested in.

Keywords: Teaching practice. Generation Z. Active teaching methodologies. Sensory physiology. Hybrid teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 01	- Evolução do acesso escolar no Brasil - período 2003 a 2018	24
Gráfico 02	- Comparativo de resultados PISA/2018	25
Figura 01	- Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino	29
Quadro 01	- Temas Estruturadores do ensino de Biologia – PCN+	36
Figura 02	- Morfologia típica de um neurônio	40
Gráfico 05	- Potencial de ação	44
Gráfico 06	- Condução de um potencial de ação	45
Figura 03	- Eventos fisiológicos para que ocorra sensibilidade	49
Figura 04	- Receptores sensitivos na pele e tela subcutânea	50
Figura 05	- Vias somatossensoriais	52
Quadro 02	- Principais eventos relativos à sensibilidade	54
Quadro 03	- Capítulos com conteúdos que se complementam no estudo dos Sistemas Nervoso e Sensorial no Ensino Médio	58
Figura 06	- Logo <i>Google Classroom</i>	63
Figura 07	- Configuração da sala de aula virtual	64
Figura 08	- Inserção de conteúdo na sala de aula virtual	64
Figura 09	- Atribuição de atividades pela sala de aula virtual	65
Quadro 04	- Trabalhos científicos selecionados	67
Quadro 05	- Sequência didática	72

LISTA DE TABELA

Tabela 01	– Concentração de sódio, potássio e cloro no meio intra e extracelular de axônio gigante de lula	45
-----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

A ⁻	ânions
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Cl ⁻	cloro
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EAD	Educação à distância
K ⁺	potássio
LEC	Líquido extracelular
LIC	Líquido intracelular
Na ⁺	sódio
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico
OCN	Orientações Curriculares Nacionais
OCNME	Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PA	potencial de ação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais Mais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PISA	Programme for International Student Assessment
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TICs	Tecnologias de informação e comunicação
TRP	Transient receptor potential channel

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
	CAPÍTULO 1 – Prática docente frente aos desafios atuais e o novo perfil dos estudantes nativos digitais	21
2.1	CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	21
2.1.1	Escola: espaço da construção do conhecimento científico	22
2.2	METODOLOGIAS DE ENSINO	26
2.2.1	Metodologias tradicionais	26
2.2.2	Metodologias Ativas	28
2.2.2.1	<i>A sala de aula - cenário das metodologias ativas de ensino</i>	31
2.3	TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO (TCIS) – EAD ..	33
	CAPÍTULO 2 – O ensino de biologia e uma nova proposta pedagógica no ensino de fisiologia sensorial para alunos do ensino médio	34
2.4	ENSINO DE BIOLOGIA	34
2.4.1	Identidade dos Seres Vivos: as funções vitais básicas (estruturas, órgãos e sistemas)	38
2.4.2	Fisiologia do Sistema Sensorial	39
2.4.2.1	<i>Ultraestrutura do neurônio</i>	39
2.4.2.2	<i>Gênese e condução dos potenciais de ação</i>	41
2.4.2.3	<i>Receptores Sensoriais</i>	46
2.4.3	Sistemas Nervoso e Sensorial: aplicação ao ensino médio	57
3	OBJETIVOS	60
3.1	OBJETIVO GERAL	60
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	60
4	METODOLOGIA	61
4.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	61
4.2	ELABORAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA	61
4.2.1	Plataforma digital	62
4.2.1.1	<i>Escolha da plataforma digital</i>	63
4.2.1.2	<i>Criação da sala de aula virtual</i>	63
4.2.2	Roteiro de práticas	66

5	RESULTADOS	67
6	DISCUSSÃO	75
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE A – Material de apoio	90
	APÊNDICE B – Material de apoio	94
	APÊNDICE C – Material de apoio	97
	APÊNDICE D – Material de apoio	99

1 INTRODUÇÃO

O Brasil avançou muito nos últimos anos na universalização do acesso escolar, mas segundo os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) esse acesso não foi acompanhado do aumento da qualidade do ensino, quando comparados os resultados dos jovens estudantes brasileiros com os resultados dos jovens de outros países participantes da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE). Pelos resultados do último exame os estudantes brasileiros apresentaram valores bem menores do que a média dos países da OCDE (OCDE/PISA, 2019).

Daí a necessidade de refletir a escola como espaço favorável ao desenvolvimento do conhecimento científico e o seu papel transformador (SILVA J.; MOREIRA, 2010; SILVA R., 2012; YOUNG, 2007), ressaltando que o acesso escolar deve ser acompanhado da qualidade do ensino. Entender como se constrói o conhecimento científico, as suas primícias, é o primeiro passo para a sua promoção. O conhecimento científico não se constrói de forma aleatória ou totalmente livre (WERNECK, 2006).

A construção do conhecimento científico exige a intencionalidade do sujeito, e a mediação do professor formador que favoreça a aquisição do conhecimento pelo aluno, promovendo um ambiente que estimule a observação, o pensamento reflexivo, a assimilação de conceitos e o processamento das informações (MARSULO; SILVA, 2005; OLIVEIRA; SCHERER, 2013; SILVA, 2012; WERNECK, 2006).

Mas com o avanço vertiginoso das tecnologias digitais, as informações estão sendo transmitidas de forma desmedida e incontida, de maneira que os jovens, de modo especial os que nasceram entre 1994 e 2005 – (FERNANDEZ DEL CASTRO, 2010), não veem mais o professor como o único detentor do conhecimento (ROSA, 2016). “Atualmente a educação sinaliza para uma ação complexa do pensamento humano, em que, a ideia de escola, aluno e aprendizagem não podem ser compreendidas como estáveis e universais” (SOUZA; SENNA, 2017, p. 275).

E a escola, por sua vez, com seus métodos tradicionais de ensino está se distanciando muito das necessidades impostas pela sociedade da informação e do conhecimento (MORAN, 2007; SENNA, 2008). Estão se tornando obsoletas para os jovens estudantes, levando-os a frequentar a escola por serem obrigados, e não por interesse ou motivação. Saber promover um ambiente favorável ao conhecimento científico, para além do conteúdo, é devolver à escola sua identidade de promotora da “formação cultural e científica através do desenvolvimento das capacidades intelectuais” (SOUZA; SENNA, 2017, p. 278).

Nesse contexto é necessário ressignificar a prática docente em favor da autonomia dos estudantes (FREIRE, 1996). Por meio de metodologias ativas de ensino favorecer o protagonismo dos alunos na construção do conhecimento científico, e através do uso de tecnologias, como apoio ao processo educativo, disponibilizar novas formas de interação, expandido os espaços e os tempos de aprendizagem. “É com ela, a autonomia, penosamente construindo-se, que a liberdade vai preenchendo o “espaço” antes “habitado” por sua *dependência*. Sua autonomia que se funda na *responsabilidade* que vai sendo assumida” (FREIRE, 1996, p. 48, grifos pelo autor).

Com base na literatura científica e na reflexão da prática docente da autora, o presente trabalho justifica-se pela necessidade da criação de alternativas pedagógicas que contemplem e preencham a nova forma de aprender dos jovens atuais. “Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento” (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2000, p. 12).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho foi estruturado em dois capítulos. No primeiro refere-se à revisão bibliográfica de estudos anteriores refletindo sobre a necessidade emergente de ressignificar a prática docente frente aos desafios atuais impostos pelos avanços tecnológicos e o novo perfil dos estudantes nativos digitais. No segundo capítulo é abordado o ensino de biologia e o conteúdo de fisiologia sensorial com o objetivo de justificar e fundamentar a elaboração de uma nova proposta pedagógica no ensino de fisiologia sensorial para alunos do ensino médio, que atenda melhor a forma de aprender dos jovens atuais.

CAPÍTULO 1 – Prática docente frente aos desafios atuais e o novo perfil dos estudantes nativos digitais.

2.1 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Em consonância com a teoria do conhecimento, todo tirocínio parte de uma opinião, das primeiras impressões, a partir dos órgãos dos sentidos. O conhecimento parte de um conjunto de opiniões, definição da verdade que deve ser comprovada (PLATAO, Diálogos I, 1ª ed., 2007). É nesse processo que o conhecimento é produzido e não reproduzido.

Entender como se constrói o conhecimento científico é a forma para melhor promovê-lo. A construção do conhecimento não é totalmente livre, aleatória, realizada de forma solitária e sem comunicação. Construir o conhecimento tem algumas condições básicas, estruturas prévias. O conhecimento se constrói tendo vínculos com a comunidade científica e com o saber universal (WERNECK, 2006).

A construção do conhecimento exige ação, a vontade do sujeito. A participação ativa por meio da compreensão dos conteúdos, refazendo os passos do processo, tentando entender os significados e apreendê-los de maneira correta.

Reafirmando ainda que “é impossível o conhecimento passivo, puramente receptivo” (WERNECK, 2006, pág.182).

Nesse processo de envolvimento ativo do sujeito é necessária a presença de outras pessoas mais experientes, como a do professor (MARSULO; SILVA, 2005). Ao professor não cabe somente a transmissão de conteúdo, mas o de “fomentar a curiosidade e a postura indagativa do aluno, por meio da reflexão e do questionamento constantes” (SILVA, 2012, pág. 87).

Relacionar a ideia de construção de conhecimento ao processo de ensino/aprendizagem implicará uma metodologia própria, que dependerá das estruturas cognitivas do educando e do modo pelo qual os conteúdos do conhecimento serão apresentados. Essa metodologia própria de acordo com Werneck (2006, pág.189) deverá ser introduzida pelas instituições de ensino, que vai “apropriar-se do conhecimento científico atualizado para disponibilizá-lo ao aluno”.

Nesse sentido, com base no explicitado, entende-se que a construção do conhecimento científico deve contemplar duas premissas elementares para que ocorra aprendizagem significativa: a vontade do estudante para apreender o objeto de estudo, como é universalmente considerado, e a capacidade de aplicá-lo de modo criativo e independente. Cabe às instituições de ensino, através dos educadores, apropriarem do conhecimento científico atualizado e disponibilizá-lo de forma a criarem um ambiente que de fato seja favorável ao processo de ensino e aprendizado.

2.1.1 Escola: espaço da construção do conhecimento científico

O filósofo Young (2007) no seu artigo intitulado “Para que servem as escolas?” revela que as escolas, como instituições historicamente emergentes em diferentes tempos e sociedades, são os espaços favoráveis e às vezes a única oportunidade de crianças, jovens ou adultos menos favorecidos adquirirem conhecimento poderoso, que não é disponível em casa ou em sua comunidade.

Outros pesquisadores reafirmam que a escola se configura o espaço mais adequado para agregar novos conhecimentos e habilidades. Espaço de difusão e produção do conhecimento sistematizado (SILVA J.; MOREIRA, 2010; SILVA R., 2012).

Infelizmente, ao analisar o que ocorre atualmente no cenário da sala de aula, como observado por Becker (1990), percebe-se uma realidade contrária à pretensão epistemológica. Um cenário oposto às relações dinâmicas próprias à construção do conhecimento científico. As escolas estão se distanciando muito das demandas atuais, estão envelhecidas nos seus métodos, procedimentos, currículos. “Sobrevivem por serem espaços obrigatórios e legitimados pelo Estado.” (MORAN, 2007, pág. 22).

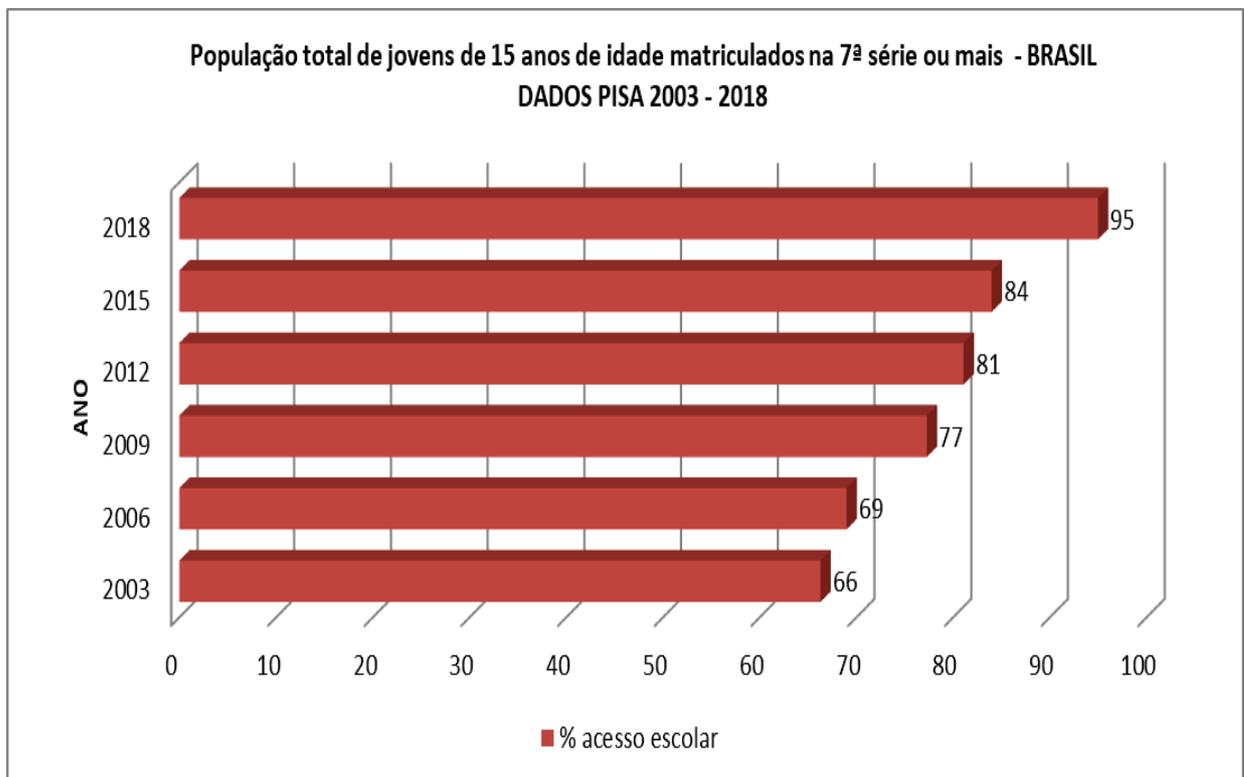
Segundo Senna (2008, p.215) “a escola há muito deixou de ser a fonte mais confiável do saber (...). Os saberes que povoam a escola hoje se tornaram circunstanciais”. Com o avanço vertiginoso das tecnologias de informação, os discentes da geração Z, nascidos entre 1994 e 2005 – (FERNANDEZ DEL CASTRO, 2010) têm adquirido um significativo acúmulo de informação que, paradoxalmente, não é necessariamente convertido em conhecimento (REIS & TOMAÉL, 2017). Por terem seu viver e conviver nas redes sociais, nos jogos digitais e nos aplicativos de comunicação instantânea, para essa geração, o docente não é o único detentor do conhecimento (ROSA, 2016). Os alunos frequentam as aulas por serem obrigados, não por interesse e/ou motivação. Modificar essa realidade e devolver à escola o seu papel fundamental na produção do conhecimento é o maior desafio docente nos dias atuais.

O desenvolvimento intelectual é imprescindível no processo educacional, caso contrário, a figura do professor será ilegítima. A urgência de uma construção identitária para uma escola para o século XXI passa ser um dos grandes desafios dos profissionais de educação no Brasil (SOUZA, J.M.P; SENNA, L. A.G., 2017, pág. 269).

O simples acesso à escola não basta, é necessário assegurar a permanência do alunado e a qualidade do ensino, garantindo ao educando a capacidade de articular o conhecimento adquirido com a realidade de mundo e efetivar a capacidade de pensar (SOUZA; SENNA, 2017). A exemplo disso, o Brasil, que evoluiu muito nas últimas duas décadas na universalidade de acesso às escolas –

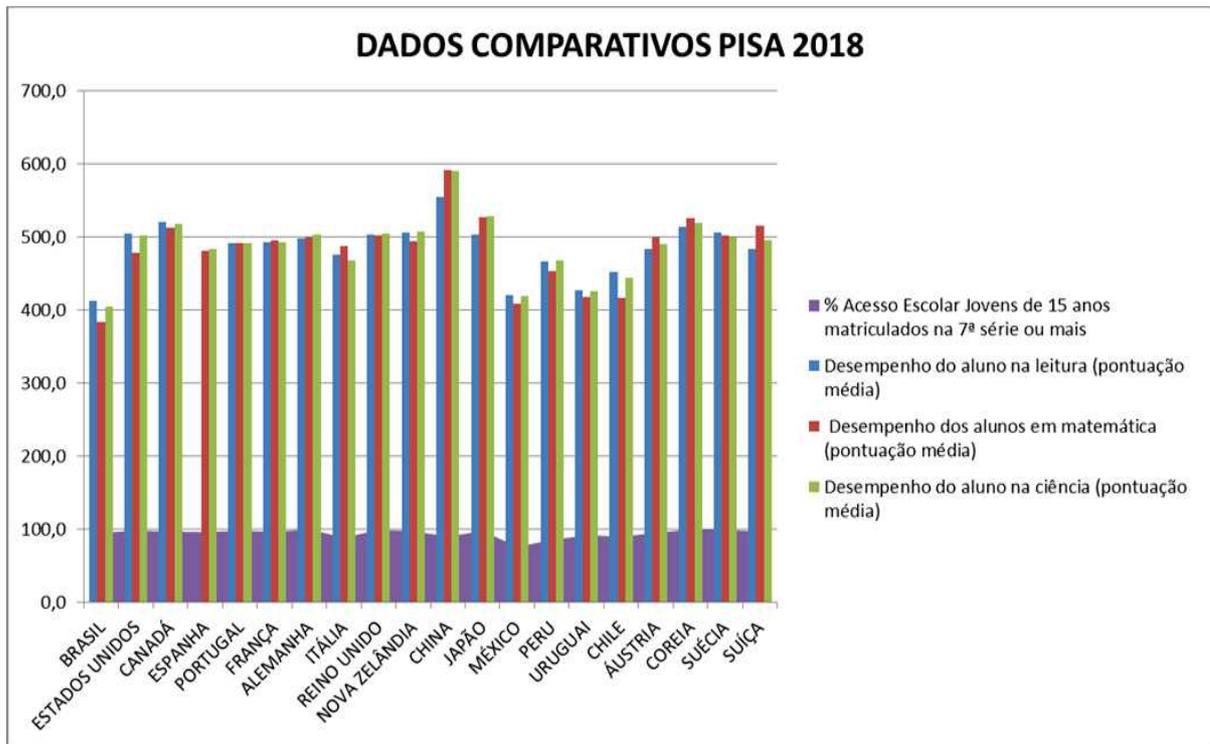
aumentando substancialmente o ingresso de estudantes no sistema público e privado de ensino (gráfico 01), não apresentou, por outro lado, incremento no desempenho estudantil. Os jovens estudantes brasileiros, quando comparado aos estudantes de outros países, apresentou desempenho inferior (gráfico 02). Reforça-se, pois, a ideia de que a universalização de acesso à escola deve vir acompanhada de estratégias que permitam a melhoria da qualidade do ensino. Universalizar, por si só, é apenas um indicador quantitativo.

Gráfico 1 – Evolução do acesso escolar no Brasil - período 2003 a 2018



Fonte: Dados OCDE - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico/PISA (<http://gpseducation.oecd.org> - acesso 16/04/2020). Elaborado pela autora.

Gráfico 2 – Comparativo resultados PISA/2018



Fonte: Dados OCDE - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico/PISA (<http://gpseducation.oecd.org> - acesso 16/04/2020). Elaborado pela autora.

Partindo do princípio de que não basta universalizar o acesso à escola, sem garantir a qualidade do ensino escolar ofertado, faz-se necessário avaliar o currículo e a relação professor/aluno com o propósito de levar aos estudantes a aquisição do conhecimento poderoso (YOUNG, 2007). Uma base curricular única que promova a igualdade social, mesmo quando isso parece ir contra a realidade e necessidades dos alunos; professores especializados - com domínio do conteúdo a ser ministrado; e metodologias pedagógicas onde o aluno seja protagonista do processo ensino/aprendizagem, é que determinará a escola como espaço privilegiado na disseminação do conhecimento científico.

O processo de aprendizado, nesse contexto, permeia a figura do professor, perpassa as tecnologias de informação e adiciona a necessidade do uso de artifícios práticos que consigam expressar a importância do tema em discussão. Em última análise, o discente torna-se o principal personagem do debate – problematizando, criando hipóteses e, por meio de ferramentas experimentais, buscando respostas (BECKER, 2012). Só a aprendizagem viva e motivadora ajuda a progredir (BARRETT & MOORE, 2011; BARELL, 2007; LAMBROS, 2004).

Diante do exposto, a escola constitui-se como meio insubstituível que possibilita o acesso ao saber sistematizado e às condições de aperfeiçoamento das potencialidades intelectuais, promovendo transformações do indivíduo e da sociedade. Mas ao analisar a situação escolar atual, observa-se um distanciamento daquilo que é esperado, quanto às relações dinâmicas da construção do conhecimento. É necessário resgatar a função da escola e garantir não somente o acesso, mas a qualidade do ensino, através de novas práticas pedagógicas que considerem os avanços tecnológicos e a forma de aprender dos jovens atuais.

2.2 METODOLOGIAS DE ENSINO

O método como estratégia permite estabelecer os objetivos e os caminhos do processo de ensino e determina a atuação do professor, assim “conhecer e compreender os aspectos internos do método é uma tarefa indispensável ao professor” (LIBÂNEO, 2013, p.203).

2.2.1 Metodologias tradicionais

O que seria metodologia tradicional, no contexto educacional? De acordo com Moraes (2007, pág. 137) no paradigma educacional tradicional, “o ensino é organizado por especialidades, funções, em que cada disciplina é pensada separadamente”.

Posições reducionistas contribuíram historicamente “para fragmentação crescente da realidade e das disciplinas e para a redução do sentido da vida humana” (SOMMERMAN, 2006, pág. 9). A disciplinariedade do currículo escolar e consequentes conteúdos fragmentados prejudicam a formação integral e o conhecimento científico dos alunos, dificultando a eles pensar globalmente determinado problema/situação, levando-os à perda de sentido e ao repúdio por esta ou aquela disciplina. (GERHARD; FILHO, 2012).

Reis (2019) retrata a metodologia tradicional de ensino, como a que atua apenas para transmitir ao educando conhecimentos prontos em conteúdos fragmentados, com estruturas rigidamente verticais que não oferecem oportunidade ao educando de se expressar. Uma metodologia opressora vedada ao diálogo, modulando os educandos em seres apáticos, dependentes e receptores passivos de informações repassadas por outros que se consideram os detentores do conhecimento. Nesse modelo o professor é o centro, o dono do saber, o autoritário, mas também submisso a uma autoridade maior, o Estado (GADOTTI, 2003).

Como ferramentas utilizadas estão questionários fechados, que estimula a memorização das respostas, extensa aula expositiva, conteúdos prontos para serem fixados, lousa e livro didático. Nesse paradigma tradicional de ensino, segundo Libâneo (2013, pág. 83) “é dada excessiva importância à matéria que está no livro, sem preocupação de torná-la mais significativa e mais viva para os alunos.” A pedagogia tradicionalista induz o sujeito epistêmico à passividade e intensifica o controle da conduta do aluno, esvaziando o ensino (BECKER, 1990). “A característica desta educação é a **sonoridade** da palavra que limita o potencial criativo do aluno e o estimula à memorização do conteúdo narrado sem compreendê-lo” (REIS, 2019, pág. 52, grifo pela autora).

Essa “forma peculiar e empobrecida do que costuma chamar de ensino tradicional” é o tipo de ensino existente na maioria das escolas (LIBÂNEO, 2013, pág. 83) só que, em um cenário que mudou. Atualmente os bancos das escolas estão ocupados por jovens nascidos após 1996, conhecidos como geração Z (*zapping*), que têm sua vivência a partir da internet, celulares, computadores e videogames; e são orientados por um volume intenso de informações de diferentes fontes em tempo real (SCHARF; ROSA; OLIVEIRA, 2012).

Com o advento da internet esses jovens nasceram inseridos nas tecnologias e desenvolveram a capacidade de executar múltiplas atividades ao mesmo tempo. E mesmo diante das mudanças, dos avanços tecnológicos e do novo perfil dos jovens estudantes, o método tradicional de ensino ainda é amplamente empregado nas escolas, mesmo sendo tão criticado por muitos, principalmente por não levar

em conta o princípio da participação do aluno na elaboração dos conhecimentos (LIBÂNEO, 2013).

A rejeição pelo “ensino tradicional” costuma expressar-se com contundência, sobretudo por parte dos professores em formação. No entanto, há evidências de que apesar de todas as repulsas verbais, hoje continua-se fazendo nas aulas de ciências praticamente o mesmo que se fazia há 60 anos. (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011, pág. 39).

Assim pela mudança do cenário, se antes o método tradicional de ensino necessitava ser repensado como prática pedagógica, atualmente isso se faz urgente. É necessário refletir sobre o trabalho docente, a relação professor-aluno e as características do processo ensino/aprendizagem; com o objetivo de planejar estratégias pedagógicas que atendam a forma de aprender dos jovens *zapping*, através da introdução de metodologias ativas de ensino, que conduz o aluno a assumir o papel de protagonista na construção do conhecimento; e associá-las às tecnologias de informação (TICs).

2.2.2 Metodologias Ativas

Pensar em metodologias ativas requer a concepção de criação de um ambiente favorável à aprendizagem contrário às aulas rotineiras e enfadonhas do método tradicional. O aluno deixa de ser mero expectador dos conteúdos transmitidos pelo professor, e passa a ser o protagonista do processo de ensino, favorecendo assim sua formação de sujeito autônomo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Nesta perspectiva de garantir a autonomia do sujeito, ressalta-se a importância da resignificação da prática docente, onde dominar os conteúdos é fundamental, mas é apenas um dos aspectos necessários ao processo de ensino/aprendizagem. Cabe ao saber docente provocar, desafiar, promover, orientar e inspirar como curador e orientador (MORAN, 2015).

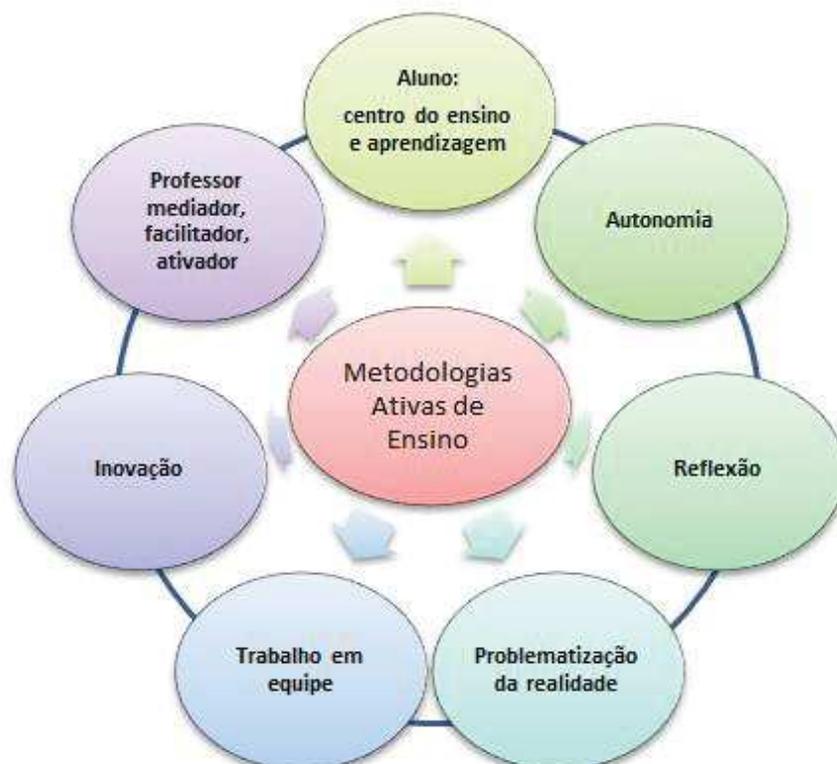
Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente

(gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). (MORAN, 2015, p. 24).

O professor ao assumir essa postura epistemológica, utiliza-se de metodologias ativas para criar um espaço favorável em sala de aula que conduz o aluno para o centro do processo formativo, ocorre um deslocamento “do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado” (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014, p.285).

Para que esse deslocamento aconteça é necessário planejar e organizar situações de aprendizagem focadas nas atividades dos alunos, que são “o objetivo principal da ação educativa” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 270). Não existe uma “receita de bolo”, a principal característica dos princípios básicos que constituem as metodologias ativas (figura 01), é que o aluno passa a ter participação ativa na construção do conhecimento, através da sua intencionalidade promovida pela curiosidade e/ou desafio proposto e mediado pelo professor, e pela disponibilização de recursos para pesquisar problemas e soluções. (WERNECK, 2006).

Figura 01 – Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: Diesel; Baldez; Martins (2017, p.273).

Este é o cerne das metodologias ativas: gerar a intencionalidade do aluno em aprender, princípio básico da construção do conhecimento. Assim afirma Werneck (2006, p.183) “ou ocorre a atividade intencional por parte do aprendiz ou não ocorre aprendizagem”, porque segundo a mesma autora é a intencionalidade que dará o “sentido do conhecimento e a significação do conhecido” (WERNECK, 2006, p.187).

Rempel *et al.* (2016) trazem diferentes abordagens didáticas baseadas em metodologias ativas a partir de experiências realizadas por um grupo de professores, como:

- Estudo dirigido e Estudo de caso que tem por finalidade retratar uma situação real para o aluno, incentivando-o a ler, interagir com os personagens, compreender fatos, identificar problemas, pesquisar informações, confrontar resultados e propor soluções.
- Mapa Conceitual que se caracteriza como representações gráficas que “possibilita as relações hierárquicas entre conceitos que estão sendo ensinados em sala de aula”, atribuindo significados (p.44).
- Problematização como metodologia de ensino que parte da discussão de problemas extraídos da realidade. Exemplo: o Método do Arco de Magueres¹. A problematização é utilizada com o objetivo de “motivar o discente, pois frente ao problema, ele examina, reflete, relaciona a sua vida e passa a ressignificar suas descobertas” (p.45).
- Portfólio como recurso didático que permite ao aluno registrar e organizar assuntos abordados em sala de aula, suas dúvidas, as dificuldades, pesquisas complementares, as aulas práticas, ilustrações de temas estudados, materiais de estudo e auto avaliações. Na construção do portfólio os alunos são desafiados a registrar diferentes atividades didáticas realizadas; e o professor por sua vez, retorna individualmente a cada aluno, motivando, sugerindo, examinando e orientando o processo de ensino/aprendizagem num verdadeiro pacto entre professor e aluno.

¹ O Método do Arco, proposto por Charles Magueres, “é baseado em cinco etapas que partem da realidade vivenciada pelos alunos ou de um recorte dessa realidade: Observação da Realidade, Pontos-Chave, Teorização, Hipóteses de Soluções e Aplicação da Realidade” (REMPEL *et al.*, 2016, p.45).

Pelo referido artigo as autoras concluíram que “as metodologias centradas nos estudantes permitem que estes aprendam através das descobertas, do desenvolvimento de suas habilidades analíticas e motivação” (REMPEL *et. al*, 2016, p.47) e que a almejada autonomia dos estudantes e o prazer do “ser docente” são possíveis de serem alcançados pela mudança da prática pedagógica.

Percebe-se então a necessidade de quebrar paradigmas para que a mudança aconteça, com grande compromisso por parte do professor em assumir a inovação em sala de aula, pois cabe ao docente criar um ambiente favorável em que os alunos tenham o seu talento reconhecido e a sua capacidade intelectual estimulada. Paulo Freire (1996, p.47) em seu livro *Pedagogia da Autonomia* já dizia:

A segurança com que a autoridade docente se move, implica uma outra, a que se funda na sua competência profissional. Nenhuma autoridade docente se exerce ausente desta competência. O professor que não leve a sério sua formação, que não estude, que não se esforce para estar à altura de sua tarefa não tem moral para coordenar as atividades de sua classe.

2.2.2.1 A sala de aula - cenário das metodologias ativas de ensino

As metodologias ativas como processo de interação entre os sujeitos (professor, aluno, conhecimento) valoriza o espaço/tempo de sala de aula para promover a geração dos fenômenos vinculados aos temas em discussão (práticas), trabalho em equipe, o diálogo entre os pares e as relações interpessoais, mas para atender essas atribuições da sala de aula o professor precisará ter habilidades de instigar nos alunos o espírito crítico; de fomentar a discussão; e de promover a reflexão, a curiosidade e o prazer pela aprendizagem (PEREIRA *et al.*, 2018).

De acordo com Paulo Freire (1996, p.45) o professor antes de planejar qualquer aula dinâmica, ele tem que entender que a curiosidade, pedra fundamental do ser humano, é que fará o aluno perguntar, atuar, reconhecer e quanto mais estimulada for, maior será a “imaginação, a intuição, as emoções, a capacidade de conjecturar, de comparar na busca da perfilização do objeto ou do achado de sua razão”.

Outra questão da sala de aula, quanto ao uso das metodologias ativas, é ter um plano de aula bem estruturado com objetivos claros, os tempos pré-determinados para cada atividade; os recursos didáticos necessários disponíveis e o papel dos sujeitos (professor e aluno) bem definidos. Por favorecer a dispersão é “fundamental que o docente conheça as situações e os problemas aos quais o conteúdo está ligado” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Importante também é ter foco na construção do conhecimento científico, estabelecendo de forma hierárquica segundo Young (2007) a relação professor-aluno, que deverá ser diferente da reação entre colegas, a de aluno-aluno.

No entanto, hierarquia não pode ser confundida com autoritarismo. Na pedagogia da autonomia de Paulo Freire (1996) é abordado um saber indispensável à prática docente: a habilidade em relação à autoridade e liberdade, que pode gerar tanto disciplina como indisciplina dos alunos. É necessário harmonia, um equilíbrio entre elas, pois a disciplina é gerada pelo respeito de uma pela outra. “Somente nas práticas em que a autoridade e a liberdade se afirmam e se preservam enquanto elas mesmas, portanto no respeito mútuo, é que se pode falar de práticas disciplinadas como também em práticas favoráveis para o ser mais” (FREIRE, 1996, p.46).

Na verdade a sala de aula constitui-se em um espaço privilegiado para construção do conhecimento poderoso de Young (2007), num mundo onde os jovens, quando fora da escola, estão em constante contato com tecnologias cada vez mais avançadas (VIEIRA, 2012), parte do mundo real não é observado por eles e a observação é fundamental na construção do conhecimento, pois é dela que parte as primeiras impressões, a partir dos órgãos dos sentidos (PLATAO, 2007). Promover os fenômenos relacionados ao objeto estudado favorece a curiosidade e a significação do que está sendo aprendido, “só assim podemos falar realmente de saber ensinado, em que o objeto ensinado é aprendido na sua razão de ser e, portanto, aprendido pelos educandos” (FREIRE, 1996, p.15).

Diante desse cenário de sala de aula percebe-se novamente o papel fundamental do professor no processo de mudança, mais que métodos e técnicas é necessário se voltar ao “ser docente” (PEREIRA et al., 2018). Destaca-se aqui a necessidade de formação continuada para promover esses profissionais,

capacitando-os para uma prática docente mais consciente e efetiva na construção do conhecimento científico (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Os professores nos dias de hoje são insubstituíveis (VIEIRA, 2012), tanto para promoção de práticas pedagógicas como para o desenvolvimento de métodos de utilização das novas tecnologias no processo educativo.

2.3 TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO (TCIS) – EAD

Em um mundo conectado, com diversos aparatos tecnológicos, fazendo parte do universo dos alunos nativos digitais, pesquisas apontam vantagens no uso de metodologias ativas de ensino, que utilizam de tecnologias de informação e comunicação (SILVA J.; SILVA D.; SALES, 2018), quando por meio da internet se faz possível ampliar o espaço/tempo da sala de aula, explorar novas possibilidades pedagógicas e favorecer o protagonismo do aluno.

Neste panorama digital, o professor continua como mediador do processo de ensino/aprendizagem, por meio de um contexto metodológico apropriado, colaborando com a autonomia e habilidades tecnológicas dos jovens estudantes; “as tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas, modificam algumas das suas funções” (VIEIRA, 2012, p.100). Ele passa a ser o “fio condutor” da prática pedagógica numa postura dinâmica, facilitadora, crítica e criativa.

Quanto aos alunos, o uso das tecnologias digitais como apoio ao processo educativo, exige deles “competências que as formas tradicionais de ensino não destacam no cotidiano escolar” (MARTINS; SILVA, 2014, p. 1150), como por exemplo, a capacidade de autogovernar seu processo de aprendizagem. Ao mesmo tempo, se sentem motivados por utilizar os recursos tecnológicos para buscar conhecimentos, não sendo mais meros receptores de conteúdos (CEMBRANEL; SCOPEL, 2019).

E em relação à inserção dos recursos tecnológicos na prática pedagógica, essa não pode ocorrer de forma aleatória, como pretexto ou distração, é imperativo ter uma finalidade, objetivos pedagógicos claros a atingir, como afirmam Moran, Masetto e Behrens: (2000, p. 144):

(...) a tecnologia possui um valor relativo: ela somente terá importância se for adequada para facilitar o alcance dos objetivos e se for eficiente para tanto. As técnicas não se justificarão por si mesmas, mas pelos objetivos que se pretende que elas alcancem que, no caso, serão de aprendizagem.

Nesse processo então, é essencial que o professor tenha o seu planejamento pedagógico bem desenhado atrelado ao tipo de tecnologia de informação a ser utilizada, e que entenda quais os benefícios do emprego desse recurso dentro da metodologia de ensino proposta (COLETTI; BATTINI; MONTEIRO, 2018). São muitos os recursos tecnológicos (diversos tipos de plataformas digitais, softwares multiuso, ferramentas colaborativas, aplicativos etc.) e não há um meio determinado de como e quando utilizá-los, cabendo ao professor decidir o uso e a forma que melhor promoverá a aprendizagem significativa.

Vale ressaltar que oportunizar esse acesso tecnológico aos alunos no processo educativo é reconhecer as suas demandas, visto que como geração Z, utilizam da comunicação instantânea para interações (comunidade online), apostam na inteligência e tecnologias para a educação e trabalho e rejeitam a educação formal (REIS; TOMAÉL, 2017); e por outro lado como afirma Lévy (2010), o uso exacerbado das tecnologias digitais pode ser dado como um problema e não só como uma solução para os problemas de aprendizagem. Cabe ao professor, então, como mediador do ensino-aprendizagem, elaborar propostas pedagógicas que associem as tecnologias digitais, uma vez que, a utilização das tecnologias no cotidiano, por si só, não garante a aprendizagem. Nesse ínterim, criar uma interface entre aula expositiva dialogada, metodologias ativas de ensino e tecnologias digitais – formando um modelo híbrido – vislumbra-se como proposta pedagógica muito válida para os dias atuais.

CAPÍTULO 2 – O ensino de biologia e uma nova proposta pedagógica no ensino de fisiologia sensorial para alunos do ensino médio.

2.4 ENSINO DE BIOLOGIA

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394/96 o ensino médio tem por finalidades o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, o desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado (BRASIL, 1996). E no Inciso IV de seu Artigo 9º, afirma que cabe à União:

(...) estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum (BRASIL, 1996).

Nesse sentido “as competências e diretrizes são comuns, mas os currículos são diversos” (BRASIL, 2017, p.11) respeitando as características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. Para garantir as aprendizagens essenciais e conteúdos mínimos a serem ensinados, foram elaborados documentos norteadores de estruturação do currículo que são: Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Somado a esses documentos o Ministério da Educação disponibilizou, em diálogo direto com os professores, uma complementação do PNC - os Parâmetros Curriculares Nacionais Mais (PCN+), tornando menor a distância entre a proposição das ideias e sua execução, e Orientações Curriculares Nacionais (OCN). Cada documento traz sua contribuição com o foco de garantir a qualidade da Educação Básica ofertada no país.

O currículo é a expressão dinâmica do conceito que a escola e o sistema de ensino têm sobre o desenvolvimento dos seus alunos e que se propõe a realizar com e para eles. Portanto, qualquer orientação que se apresente não pode chegar à equipe docente como prescrição quanto ao trabalho a ser feito.

O projeto pedagógico e o currículo da escola devem ser objetos de ampla discussão para que suas propostas se aproximem sempre mais do currículo real que se efetive no interior da escola e de cada sala de aula (BRASIL, 2006, p.9 OCNEM).

Com relação à Biologia os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) apregoa que seu aprendizado:

[...] deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser

questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação (p.14).

[...] Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 2000, p.19).

Já os PCN+ do Ensino Médio ao trazer elementos de utilidade para o professor de cada disciplina, na definição de conteúdos e na adoção de opções metodológicas, complementam:

Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções (BRASIL, 2002, p.36).

Assim, ensino por competências exige, nas situações de aprendizagem, uma organização de conhecimentos/conteúdos que faça sentido para o aluno, de forma que ele possa compreender sua realidade e nela intervir com autonomia e competência (BRASIL, 2006). Os PCN+ apresentam uma proposta de estruturação tendo por referencial as principais áreas de interesse da Biologia contemporânea, sintetizadas em 6 temas estruturadores, com cada tema sistematizado didaticamente em 4 unidades (quadro 01).

Quadro 01 - Temas Estruturadores do ensino de Biologia – PCN+

TEMA	UNIDADE TEMÁTICA
Interação entre os seres vivos	A interdependência da vida
	Os movimentos dos materiais e da energia
	Desorganizando os fluxos da matéria e da energia: a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais
	Problemas ambientais brasileiros e desenvolvimento sustentável: uma relação possível?
Qualidade de vida das populações humanas	O que é saúde
	A distribuição desigual da saúde pelas populações
	As agressões à saúde das populações
	Saúde ambiental

Identidade dos seres vivos	A organização celular da vida
	As funções vitais básicas
	DNA: a receita da vida e o seu código
	Tecnologias de manipulação do DNA
Diversidade da vida	A origem da diversidade
	Os seres vivos diversificam os processos vitais
	Organizando a diversidade dos seres vivos
	A diversidade ameaçada
Transmissão da vida, ética e manipulação gênica	Os fundamentos da hereditariedade
	Genética humana e saúde
	Aplicação da engenharia genética
	Os benefícios e os perigos da manipulação genética: um debate ético
Origem e evolução da vida	Hipótese sobre a origem da vida e a vida primitiva
	Ideias evolucionistas e evolução biológica
	A origem do ser humano e a evolução cultural
	A evolução sob intervenção humana

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais Mais do Ensino Médio (2002).

Observa-se pelas resoluções que não se trata de um protocolo, mas de uma proposta de ensino para que haja significação dos conteúdos, favorecendo a aprendizagem. O objetivo é promover um aprendizado ativo e contextualizado, que transcenda a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, desenvolvendo a curiosidade e o gosto de aprender dos alunos (BRASIL, 2000).

Frente à extensão dos programas a serem desenvolvidos no ensino médio, cabe ao professor a seleção de conteúdos, considerando as especificidades da escola e o perfil das turmas. Como não é possível ensinar tudo, “o importante não é que conteúdos o professor desenvolveu, mas quais foram adequadamente assimilados pelos alunos” (BRASIL, 2002, p.51).

Dentro dessa perspectiva educacional, não é mais possível considerar listas fixas de conteúdo nas quais a realidade dos alunos é inserida apenas a título de ilustração. As situações de aprendizagem devem se desenvolver a partir das experiências significativas vividas anteriormente por eles, na escola ou fora dela, pois elas os levam a construir, mais facilmente, ideias a respeito dos fenômenos (BRASIL, 2002, p.52).

O que se pode concluir quanto ao ensino da Biologia é que muito dos discursos preconizados pelas resoluções que o regulamenta, não tem nada de novidade, pois há tempo aparecem em trabalhos de pesquisas e em debates na área da educação, a exemplo da interdisciplinaridade e da contextualização do ensino; mas a existência dessas regulamentações validam atividades usuais no

contexto da prática docente, que passam a ser amparadas por ter um aval oficial, como algo a ser seguido (BUSNARDO; LOPES, 2010).

2.4.1 Identidade dos Seres Vivos: As funções vitais básicas (estruturas, órgãos e sistemas)

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 2000) ao estudar as funções vitais básicas realizadas por diferentes estruturas, órgãos e sistemas é importante:

(...) dar destaque ao corpo humano, focalizando as relações que se estabelecem entre os diferentes aparelhos e sistemas e entre o corpo e o ambiente, conferindo integridade ao corpo humano, preservando o equilíbrio dinâmico que caracteriza o estado de saúde. Não menos importantes são as diferenças que evidenciam a individualidade de cada ser humano, indicando que cada pessoa é única e permitindo o desenvolvimento de atitudes de respeito e apreço ao próprio corpo e ao do outro (BRASIL, 2000, p. 18).

Nesse sentido os sistemas biológicos (anatomia, morfologia e função), um dos conteúdos abordados na unidade temática Funções Vitais Básicas, são então estudados a partir dos níveis de organização do corpo humano. A célula como unidade funcional, que se especializa para executar determinada função, formando tecido, tecidos formando órgãos, um conjunto de órgãos formando sistema e todos os sistemas do organismo funcionando em conjunto para manter as condições internas compatíveis com a vida – a homeostasia. Qualquer falha nesse controle pode levar a doenças e até mesmo a morte do organismo (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016). Geralmente cada capítulo do livro didático é dedicado a um dos sistemas (nervoso e sensorial, digestório, respiratório, circulatório, urinário, endócrino) e a unidade que reúne esses capítulos discute um grande tema da Biologia: Como os diversos sistemas do corpo colaboram para a homeostase e para a sobrevivência do organismo.

Nessa dinâmica cabe ao professor segundo as Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCNME):

(...) conduzir o aluno à compreensão de que todos os organismos estão sujeitos aos mesmos processos, como recepção de estímulos do meio, integração e resposta, obtenção, transformação e distribuição de energia, trocas gasosas, equilíbrio de água e sais em seu corpo,

remoção de produtos finais do metabolismo e perpetuação da espécie (BRASIL, 2006, p.24).

Neste contexto, a fisiologia do sistema sensorial – que permite a discussão e compreensão dos mecanismos biológicos relacionados à interação do homem com o ambiente – faz parte da unidade que aborda, dentro do ensino médio, a macroestrutura do sistema nervoso e suas funções. A abordagem do tema para os estudantes é uma grande oportunidade, ainda que de maneira superficial, do aprendizado de conceitos importantes como neurônio, bainha de mielina, receptores sensoriais e, também, gênese e condução de impulsos elétricos. O tema permite uma interdisciplinaridade entre biologia, física e química.

2.4.2 Fisiologia do Sistema Sensorial

A relevância e significativa complexidade do sistema nervoso requerem, do professor de biologia, constante atualização para além dos livros-texto do ensino médio e, também, inovações pedagógicas.

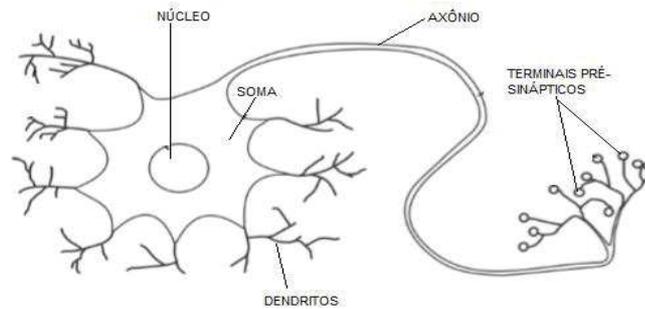
2.4.2.1 Ultraestrutura do neurônio

Os neurônios são as unidades básicas de todo sistema nervoso, com função altamente especializada em gerar e transmitir impulsos elétricos (potenciais de ação) para outros neurônios e para células musculares e glandulares. Morfologicamente apresentam soma, ou corpo celular nucleado, do qual se originam prolongamentos citoplasmáticos; prolongamentos dispersos e irregulares – os dendritos e um longo eixo em uma das extremidades – o axônio ou fibra nervosa (FRANZE; GUCK, 2010). O neurônio é uma célula, assim como outras células excitáveis, que apresenta distribuição distinta de cargas elétricas entre superfície externa e interna da membrana plasmática – com sobrepujança de cátions na superfície externa. Essa diferença na distribuição de cargas confere polaridade característica aos neurônios.

Os prolongamentos que recebem os estímulos e os conduzem em direção aos corpos celulares são os dendritos, ao passo que o axônio, um prolongamento

celular único e dominante com até 1,5 m de comprimento, conduz os impulsos nervosos a partir dos corpos celulares (figura 02) e os transmitem para outros neurônios, células musculares ou glandulares pelos terminais pré-sinápticos (FRANZE; GUCK, 2010).

Figura 02 – Morfologia típica de um neurônio



Fonte: Franze, Guck (2010, p.3).

Os axônios são frequentemente envolvidos por uma bainha de mielina e são classificados como mielinizados. A bainha isola eletricamente o axônio e aumenta a velocidade da condução do impulso nervoso. Os axônios que não possuem esta característica são classificados como não mielinizados (FRANZE; GUCK, 2010).

No Sistema Nervoso Periférico (SNP), cada trecho de mielina é formado por uma célula de Schwann isolada que se enrola como um rocambole em torno da fibra nervosa; e no Sistema Nervoso Central (SNC) são os oligodendrócitos que constroem a bainha de mielina que envolve os processos neuronais para permitir a transmissão rápida dos sinais elétricos (FRANZE; GUCK, 2010).

Os neurônios, como unidades básicas do sistema nervoso atuam, regulando as atividades corporais e a interação com o meio ambiente através de respostas rápidas à percepção de estímulos. São classificados de acordo com sua função ou estrutura. A classificação funcional baseia-se na direção de transporte dos impulsos. Os neurônios sensitivos, ou aferentes, conduzem impulsos de receptores sensitivos para o SNC. Os neurônios motores, ou eferentes, conduzem impulsos do SNC para os órgãos efetores (músculos e glândulas). Os neurônios de associação, ou interneurônios, localizados totalmente no SNC servem às funções associativas, ou integradoras, do sistema nervoso (BECK *et al.*, 2011).

2.4.2.2 Gênese e condução dos potenciais de ação

A base biofísica que permite uma diversidade de estímulos ser transformada em respostas fisiológicas é o potencial de ação (PA). A gênese do PA – como já resumidamente mencionado – envolve uma série de eventos biofísicos que culminam com uma alteração transitória no potencial de repouso da célula. Abaixo serão descritos os principais eventos envolvidos na gênese e condução dos PAs.

O termo potencial de membrana refere-se à separação de cargas opostas ao longo da membrana ou à diferença no número relativo de cátions e ânions entre o líquido intracelular (LIC) e o líquido extracelular (LEC). A força atrativa entre as cargas opostas separadas faz com que elas se acumulem em uma fina camada ao longo das superfícies interna e externa da membrana plasmática, estando à maioria do líquido dentro e fora da célula eletricamente neutra (MOREIRA, 2013).

O potencial de membrana constante presente nas células de tecidos não excitáveis e nas dos tecidos excitáveis quando em repouso – isto é, quando não produzem sinais elétricos – é conhecido como potencial de repouso. Considerando que no corpo, cargas elétricas são carregadas por íons, os principais íons responsáveis pela geração do potencial de repouso são Na^+ , K^+ , A^- e Cl^- (HODGKIN; HUXLEY, 1952).

A distribuição desigual desses íons caracteriza-se por uma maior concentração de Na^+ no LEC e uma maior concentração de K^+ no LIC. Essas diferenças de concentração de Na^+ e de K^+ são mantidas por algumas características da membrana: funcionamento da Na^+ - K^+ ATPase (Bomba de Na^+ e K^+); baixa condutância (permeabilidade) do Na^+ , e elevada condutância do K^+ . Além disso, algumas proteínas acumulam cargas negativas no interior da célula. (MOREIRA, 2013).

Os íons Na^+ e K^+ , além do mecanismo ativo de transporte, podem atravessar passivamente a membrana plasmática através de canais de proteínas específicos para eles. Normalmente o K^+ apresenta maior permeabilidade do que o Na^+ - a exemplo em uma célula nervosa, no potencial de repouso, a membrana em geral é entre 25 e 30 vezes mais permeável ao K^+ quando comparado ao Na^+ (tabela 01).

Tabela 01 – Concentração de sódio, potássio e cloro no meio intra e extracelular de axônio gigante de lula.

ÍON	CONCENTRAÇÃO (Milimols/litro; mM)				PERMEABILIDADE RELATIVA
	INTRACELULAR		EXTRACELULAR		
	mM	mEq/L	mM	mEq/L	
Na ⁺	50	10	440	142	0,04
K ⁺	400	140	20	4	1
Cl ⁻	52	4	560	103	0,45

Fonte: Adaptado de Schimidt et al. (1979) citado por Beck et al. (2011, p.538).

As células excitáveis apresentam diferenças quanto à concentração e permeabilidade iônica, essas características serão responsáveis pela diferença nos valores do potencial de repouso observado nos diferentes tipos celulares. Para exemplificar essas peculiaridades temos além do neurônio típico (-70 mV), os cardiomiócitos (-80 mV), a fibra muscular lisa (-55 mV) e a fibra muscular esquelética (-80 mV).

Através de um método biofísico de inserção de microelétrodos em axônios gigantes de lula, os pesquisadores Alan Hodgkin e Andrew Huxley conseguiram, em 1945, obter registros das características elétricas da célula em repouso e durante os potenciais de ação. Verificou-se nesse experimento que o verdadeiro potencial de repouso em toda a superfície de membrana da fibra nervosa era provavelmente -60mV e que a amplitude do potencial de ação era aproximadamente o dobro do potencial da membrana em repouso. Hoje se sabe que nos neurônios, o potencial de repouso varia entre -40 e -90 mV. Um valor comum é de -70 mV, o sinal negativo indica que a parte interna da célula está mais negativa do que a externa (MOREIRA, 2013).

Esse potencial de repouso das células vivas é, portanto, determinado primeiramente pelo gradiente de concentração do K⁺ e a permeabilidade em repouso da célula ao K⁺, Na⁺ e Cl⁻. Uma mudança tanto no gradiente de concentração de K⁺ como na permeabilidade iônica altera o potencial de repouso.

Considerando que a variação no potencial de repouso é produzida pelo fluxo de íons através da membrana e alteração da concentração iônica nos meios intra e

extracelular (BECK *et al.*, 2011), um potencial de ação é deflagrado e propagado por aumento repentino no potencial de membrana de um neurônio em resposta a um estímulo, seguido de uma diminuição subsequente que produz uma onda itinerante com uma forma de pico característico através de alterações na permeabilidade iônica ao longo do axônio que geram um fluxo iônico e ocasionam mudanças na voltagem. (MOUJAHID; D'ANJOU; TORREALDEA, 2011).

Alan Hodgkin e Andrew Huxley (1952) utilizando-se de dados experimentais concluíram que as respostas de um axônio gigante isolado de lulas a estímulos elétricos são decorrentes de alterações no potencial de membrana em que, o interior do nervo se torna positivo durante a passagem de um impulso, devido a alterações reversíveis de permeabilidade de Na^+ e K^+ . Eles descreveram a seletividade, a ativação voltagem-dependente e a inativação rápida (CATTERALL *et al.*, 2012); e algumas décadas depois outros estudiosos como Hille (1968) e Armstrong (1971) introduziram a ideia de que as correntes de sódio e potássio são conduzidas por canais iônicos específicos.

Diante do exposto, sabe-se que a direção do movimento iônico depende do gradiente eletroquímico (concentração do íon e a carga) do íon. Íons K^+ , em geral, movem-se para fora da célula e os íons Na^+ fluem para dentro da célula. O fluxo de íons através da membrana despolariza ou hiperpolariza a célula, gerando um sinal elétrico característico – dinâmica celular da excitabilidade (CATTERALL *et al.*, 2012).

A despolarização da membrana a partir do potencial de repouso de -70 mV ocorre lentamente no início, até atingir o limiar de -55 mV onde ocorre uma despolarização explosiva pela abertura expressiva de canais de Na^+ voltagem-dependentes que ativados permitem que íons Na^+ difundam-se para o interior da célula de forma que LIC torna-se positivo em comparação ao LEC. O pico de potencial atinge entre $+30$ mV a $+40$ mV – no momento em que as proteínas dos canais de sódio voltagem-dependentes inativam-se. Simultaneamente os canais de K^+ regulados por voltagem começam a se abrir lentamente, permitindo o efluxo de íons K^+ da célula, o que rapidamente restaura o potencial de repouso. As forças que repolarizam a membrana são excessivas, o que causa uma breve pós-hiperpolarização, durante a qual a parte interna da membrana brevemente se torna

ainda mais negativa do que o normal, antes que o potencial em repouso seja finalmente reestabelecido (gráfico 05) (BECK *et al.*, 2011).

Gráfico 05 – Potencial de ação

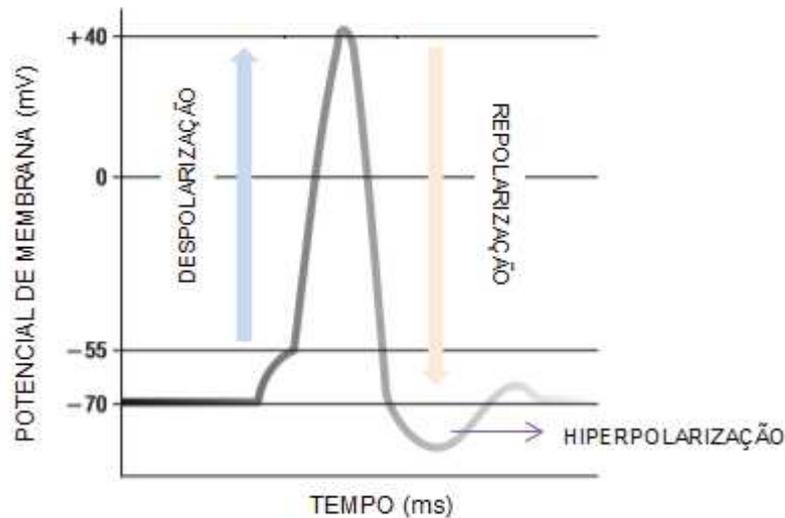


Gráfico 05: Despolarização da membrana a partir do potencial de repouso.

Fonte: Adaptado de Beck *et al.* (2011).

Assim quando uma membrana excitável é ativada para sofrer um potencial de ação, diz-se que ocorreu um disparo, uma mudança rápida no potencial do limiar ao pico e, depois, de volta ao repouso. Se a despolarização ativada inicial não atingir o potencial de limiar (limiar de despolarização), não ocorrerá nenhum potencial de ação. Assim, o limiar é um ponto crítico de “tudo ou nada”.

Deflagrado o potencial de ação, no intervalo entre o início da despolarização e um terço da repolarização, a célula está totalmente indiferente a qualquer outro estímulo além do inicial, ou seja, ela é incapaz de responder a estimulações adicionais, compreendendo o período refratário absoluto. Ao final do processo, nos dois terços finais da repolarização, a membrana celular até responde a outros estímulos, mas somente uma despolarização muito forte consegue superar os efeitos da repolarização dos canais de K^+ abertos e produzir um segundo potencial de ação, correspondendo ao período refratário relativo. Assim com essa propriedade refratária da membrana ao produzir um potencial de ação, cada potencial de ação permanece como um evento separado regido pela lei do “tudo ou nada” (BECK *et al.*, 2011).

A propriedade refratária da membrana favorece, quase sempre, a condução unidirecional do impulso nervoso, do corpo celular para os terminais do axônio, e os potenciais de ação são produzidos ao longo de toda a extensão do axônio. Como um processo ativo de auto propagação, cada potencial de ação atua como estímulo para a produção de outro potencial de ação na região seguinte da membrana que contém canais voltagem-dependente, produzindo uma onda itinerante ao longo da fibra nervosa (MOUJAHID; D'ANJOU; TORREALDEA, 2011). O último potencial de ação formado ao final do axônio, um evento completamente novo produzido em resposta à despolarização do potencial de ação prévio, possui a mesma amplitude que o primeiro (gráfico 06).

Gráfico 06 - Condução de um potencial de ação

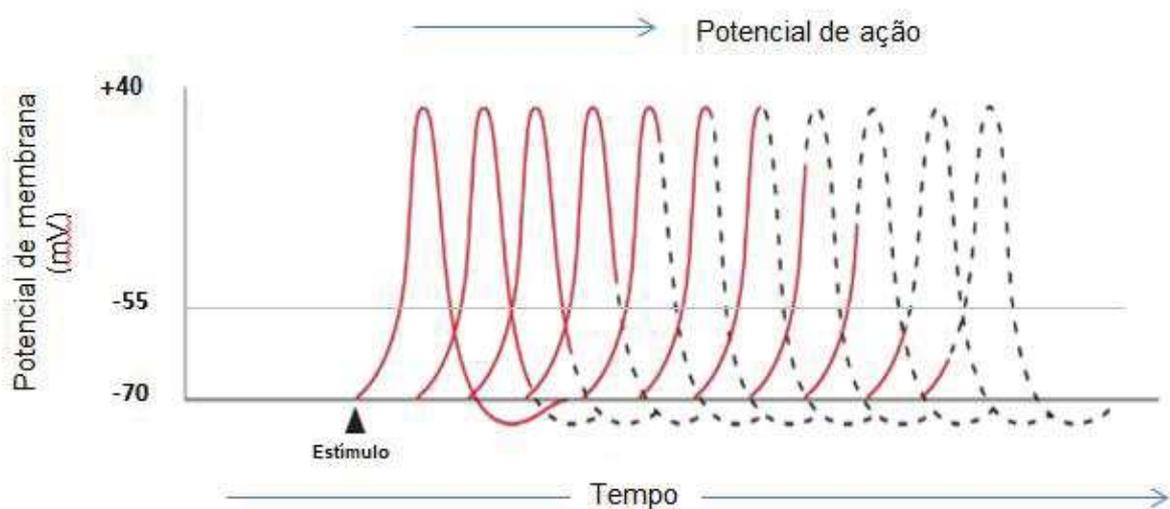


Gráfico 06: Condução unidirecional do potencial de ação do corpo celular para os terminais do axônio. Como um processo ativo de auto propagação, cada potencial de ação atua como estímulo para a produção de outro potencial de ação na região seguinte da membrana que contém canais de sódio voltagem-dependente, produzindo uma onda itinerante ao longo da fibra nervosa.

Fonte: Adaptado de Silverthorn (2017).

A importância fundamental desse processo de auto propagação é que sem ele o potencial de ação se extinguiria - em função da resistência do condutor - a poucos milímetros do local onde foi formado e a transmissão do impulso nervoso para outros neurônios não ocorreria.

Quanto à propagação do potencial de ação para outros neurônios, essa é processada em uma região de comunicação intercelular - a sinapse, que são locais morfológicamente constituídos por um pequeno espaço de cerca de 20 nm (fenda sináptica), existente entre o botão terminal da célula pré-sináptica e a membrana da célula pós-sináptica. Na maioria das junções sinápticas, a transmissão é química, dependente da liberação de substâncias denominadas neurotransmissores, que funcionam como mediadores químicos capazes de aumentar a permeabilidade da membrana pós-sináptica ao Na^+ , permitindo a gênese de um potencial de ação no neurônio adjacente ou inibição de neurônio adjacente (sinapse gabaérgica) (MERLO *et al.*, 2011).

Na transmissão química, as moléculas de neurotransmissores estão contidas em muitas vesículas sinápticas existentes dentro dos botões terminais dos axônios, quando o potencial de ação despolariza a membrana do botão terminal, abrem-se os canais de Ca^{2+} voltagem-dependentes. Os íons Ca^{2+} que estão próximos entram nos botões por esses canais específicos e provocam um rearranjo das vesículas, que se aproximam da membrana dos botões terminais (MERLO *et al.*, 2011).

Por sua vez, na membrana das células pós-sinápticas existem receptores específicos para cada mediador químico, e dependendo do receptor, exercerá o efeito excitatório que favorece a entrada de Na^+ , ou o efeito inibitório que favorece a entrada de Cl^- e a saída de K^+ . Após sua liberação os mediadores químicos liberados são metabolizados ou recaptados, limitando o tempo de ação (MERLO *et al.*, 2011).

Nos mamíferos existem também algumas junções sinápticas em que a transmissão é elétrica, onde ocorre a fusão entre membranas pré-sinápticas e pós-sinápticas, em determinado ponto, formando uma ponte de baixa resistência à passagem do impulso elétrico, o que permite a comunicação rápida de um neurônio com outro (MERLO *et al.*, 2011).

2.4.2.3 Receptores Sensoriais

A divisão aferente do sistema nervoso fornece informações sobre os meios interno e externo do corpo ao SNC. Cada tipo único de sensibilidade – como temperatura, tato, dor, propriocepção – é chamado de modalidade sensitiva. As vias sensitivas começam com um estímulo na forma de energia física, que atua em um receptor sensorial, o qual converte o estímulo em um sinal intracelular, que é uma mudança no potencial de membrana (LUMPKIN; CATERINA, 2007).

Os receptores do sistema sensorial variam amplamente em complexidade, compreendendo terminações nervosas livres, terminações nervosas encapsuladas com tecido conectivo e células receptoras não neurais, as quais fazem sinapse com neurônios sensoriais. Um determinado receptor sensitivo responde vigorosamente a um tipo particular de estímulo e responde fracamente ou não responde a outro tipo de estímulo. Essa característica dos receptores sensitivos é conhecida como seletividade (LUMPKIN; MARSHAL; NELSON, 2010).

Os receptores sensitivos, com base no tipo de estímulo a que são mais sensíveis (modalidade sensorial), são classificados em: quimiorreceptores que respondem a ligantes químicos; os mecanorreceptores que respondem a diversas formas de energia mecânica, incluindo tato, vibração, estiramento, aceleração e som; os termorreceptores que respondem à mudança de temperatura; os nociceptores que respondem a estímulos dolorosos resultantes de danos físicos ou químicos; os osmorreceptores que detectam a pressão osmótica nos líquidos corporais; e os fotorreceptores da visão que respondem ao estímulo luminoso; e os barorreceptores, presentes em alguns vasos sanguíneos, que detectam modificações de pressão (LUMPKIN; CATERINA, 2007).

Os receptores sensoriais, como transdutores, convertem a energia mecânica, química, térmica ou luminosa diretamente em uma mudança no potencial de membrana. Por apresentarem proteínas específicas inseridas na membrana, são capazes de detectarem o estímulo e promoverem uma modificação significativa e transitória na característica elétrica da célula através da abertura de canais iônicos com grande influxo de íons sódio (Na^+) (LUMPKIN; CATERINA, 2007).

Estudos que levaram a descoberta da base molecular da transdução revelaram que a maioria desses canais de íons ativados por estímulos pertencem à família de canais catiônicos de potencial receptor transitório (TRP), divididos em sete

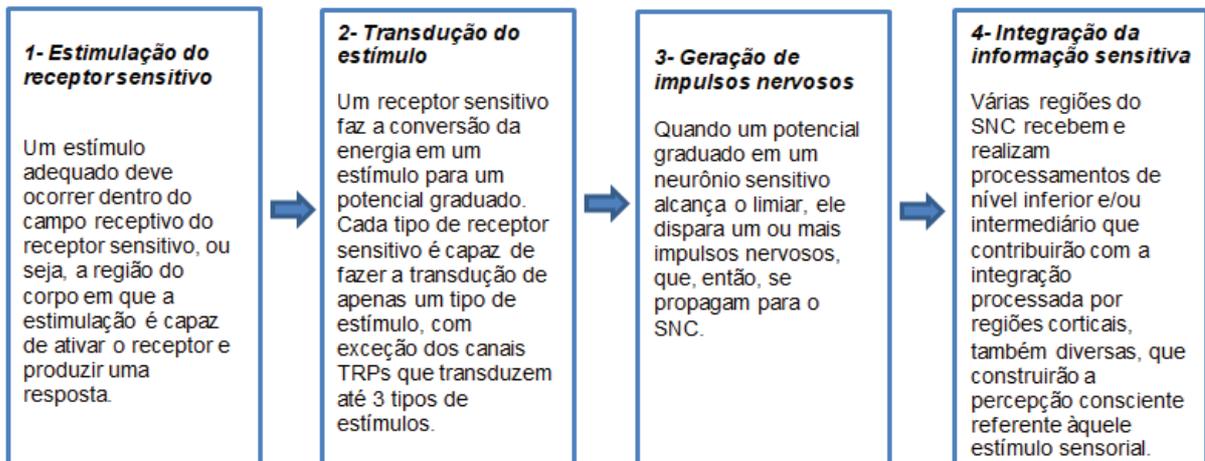
subfamílias, que geralmente possuem seis domínios transmembranares, uma região porosa e terminais citoplasmáticos de amido e carboxi, e se agrupam como tetrâmeros funcionais. Possuem expressiva variedade de propriedades biofísicas e funções fisiológicas e a maioria é expressa em neurônios sensoriais cutâneos e em outros tipos de células da pele (LUMPKIN; CATERINA, 2007).

Os receptores dos sentidos somáticos são encontrados tanto na pele quanto nas vísceras, músculos, tendões e articulações. A ativação dos receptores desencadeia a mudança no potencial de membrana do receptor sensorial - um potencial graduado, chamado de potencial receptor. Em algumas células, o potencial receptor desencadeia um potencial de ação que percorre a fibra sensorial até o SNC. Em outras células, o potencial receptor influencia a secreção de neurotransmissores pela célula receptora, o que, por sua vez, altera a atividade elétrica do neurônio sensorial associado (ROUDAUT *et al.*, 2012).

Essas fibras nervosas aferentes apresentam diâmetros variados e seus tamanhos correlacionam-se com o tipo de receptor sensorial do qual recebem a sinalização. Os axônios sensoriais cutâneos são designados $A\alpha$, $A\beta$, $A\Delta$ e tipo C; já os axônios de tamanho similar, mas que inervam tecidos internos, como os músculos e os tendões, são chamados de grupos I, II, III e IV. Os axônios do tipo C (ou IV) são, por definição, não mielinizados, ao passo que todos os demais são mielinizados (LUMPKIN; CATERINA, 2007). Essa classificação baseia-se no fato que o diâmetro de um axônio, juntamente com a quantidade de mielina, determina sua velocidade de condução do potencial de ação. Os menores axônios não possuem mielina, possuem diâmetro menor que 1 mm e propagam o impulso nervoso de forma muito mais lenta.

Assim, para que haja sensibilidade, quatro eventos são necessários - estimulação do receptor sensitivo, transdução do estímulo, geração de impulsos nervosos (potenciais de ação) e a integração da informação sensitiva (figura 03).

Figura 03 - Eventos fisiológicos para que ocorra sensibilidade



Fonte: Tortora e Geard (2019). Elaborado pela autora.

Ter sensibilidade (= *aesthesia*) significa estar dotado de somestesia (LENT, 2005), que é a capacidade de receber informações sobre as diferentes partes do corpo (= *soma*). Os receptores sensitivos para a sensibilidade somática são distribuídos desigualmente – algumas partes da superfície corporal são densamente povoadas com receptores e outras contêm apenas alguns (LUMPKIN; MARSHAL; NELSON, 2010). As áreas com maior densidade de receptores sensitivos somáticos são a extremidade da língua, os lábios e as extremidades dos dedos. São quatro modalidades de sensibilidade somática: tátil, térmica, dolorosa e proprioceptiva.

A **sensibilidade tátil** inclui tato, pressão, vibração e prurido. Embora sejam sensações diferentes, elas surgem da ativação dos mesmos tipos de receptores. Vários tipos de mecanorreceptores encapsulados se ligam a fibras A, mielinizadas, de grande diâmetro, que medeiam as sensações de tato, pressão e vibração; já as outras sensações táteis, como prurido, são detectadas por terminações nervosas livres ligadas a fibras C não mielinizadas e de pequeno diâmetro (ROUDAUT *et al.*, 2012). Os receptores táteis localizados na pele ou na tela subcutânea incluem: os corpúsculos táteis, os plexos das raízes pilosas, os mecanorreceptores cutâneos do tipo I, os mecanorreceptores do tipo II, os corpúsculos lamelares e as terminações nervosas livres (figura 04).

Figura 04 - Receptores sensitivos na pele e tela subcutânea

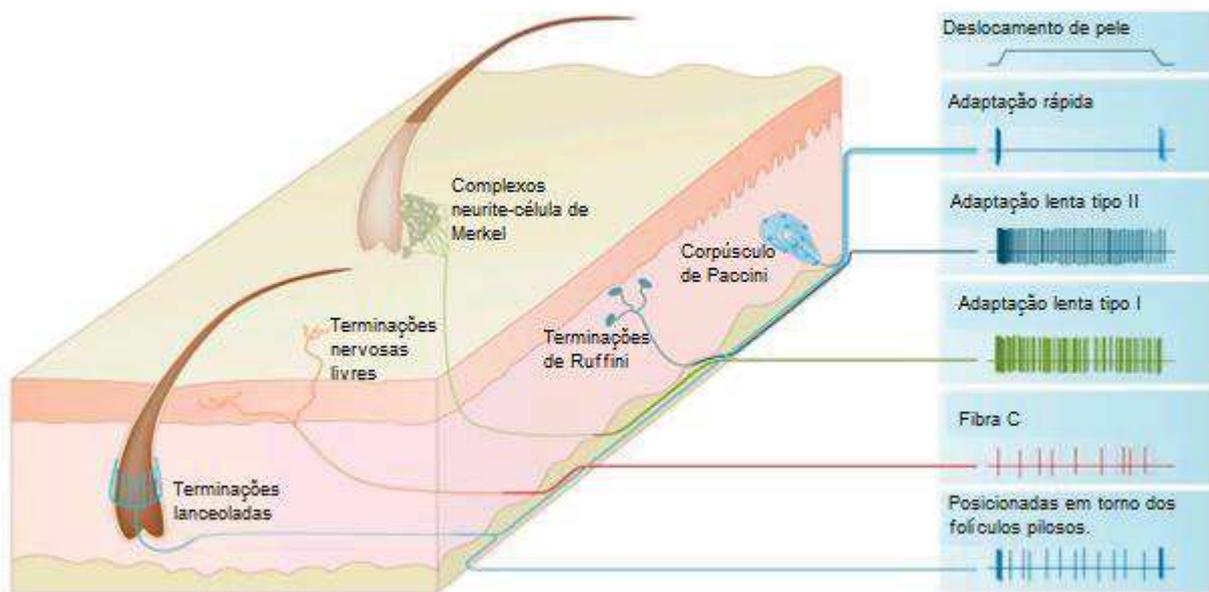


Figura 04: **Receptores de toque na pele de mamíferos.** As aferências sensíveis ao toque que inervam a pele dos mamíferos apresentam diversidade morfológica, funcional e de desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de Lumpkin, Marshall e Nelson (2010, p. 239).

Já a **sensibilidade térmica** (frio e calor) é detectada por termorreceptores que são terminações nervosas livres que possuem campos receptivos de cerca de 1 mm de diâmetro na superfície da pele. Os receptores de frio são ativados em temperaturas entre 10°C e 40°C. Estão localizados no estrato basal da epiderme e são ligados a fibras A mielinizadas, de diâmetro médio; embora alguns deles façam contato com fibras C, não mielinizadas e de diâmetro pequeno. Os receptores de calor, não tão abundantes quanto os receptores de frio, estão localizados na derme, ligados a fibras C não mielinizadas de diâmetro pequeno e, são ativados em temperaturas entre 32°C e 48°C. Em temperaturas abaixo de 10°C ou acima de 48°C ativam principalmente os receptores de dor e não os termorreceptores (LUMPKIN; CATERINA, 2007).

A dor - **sensibilidade dolorosa** é indispensável para a sobrevivência. Ela exerce função protetora, pois sinaliza condições nocivas e que possam danificar os tecidos. Os nociceptores, receptores de dor, são terminações nervosas livres (figura 05) encontradas em todos os tecidos do corpo, exceto no encéfalo. Estímulos térmicos, mecânicos ou químicos intensos podem ativar os nociceptores. Existem

dois tipos de dor: a rápida (dor aguda) onde os impulsos são propagados por fibras A mielinizadas e de diâmetro médio; e a lenta (dor crônica) que aumenta gradualmente de intensidade ao longo de um período de vários segundos ou minutos e seus impulsos são conduzidos por fibras C não mielinizadas e de diâmetro curto (ROUDAUT *et al.*, 2012).

O quarto tipo de sensibilidade, a **sensibilidade proprioceptiva**, refere-se à percepção da localização da cabeça, tronco e membros; e dos movimentos corporais. Os proprioceptores estão localizados nos músculos (especialmente os músculos posturais) e nos tendões, eles informam a respeito do grau de contração muscular, da quantidade de tensão nos tendões e das posições das articulações. O labirinto vestibular e sistema vestibular monitoram a aceleração linear (vertical e horizontal) e angular (movimentos como “sim”, “não” e “talvez”) da cabeça e sua posição durante os movimentos (MARTIMBIANCO *et al.*, 2008).

As vias da percepção somática projetam-se para o córtex e para o cerebelo. A ativação dos receptores desencadeia potenciais de ação no neurônio sensorial primário associado. Na medula espinal, muitos dos neurônios sensoriais primários fazem sinapse com interneurônios. A localização da sinapse entre os neurônios primário e secundário varia de acordo com o tipo de receptor (figura 05). Os neurônios sensoriais secundários fazem sinapse com os neurônios sensoriais terciários no tálamo. Esses últimos, por sua vez, projetam-se para a região somatossensorial do córtex cerebral (LUMPKIN; MARSHAL; NELSON, 2010).

Figura 05 – Vias somatossensoriais

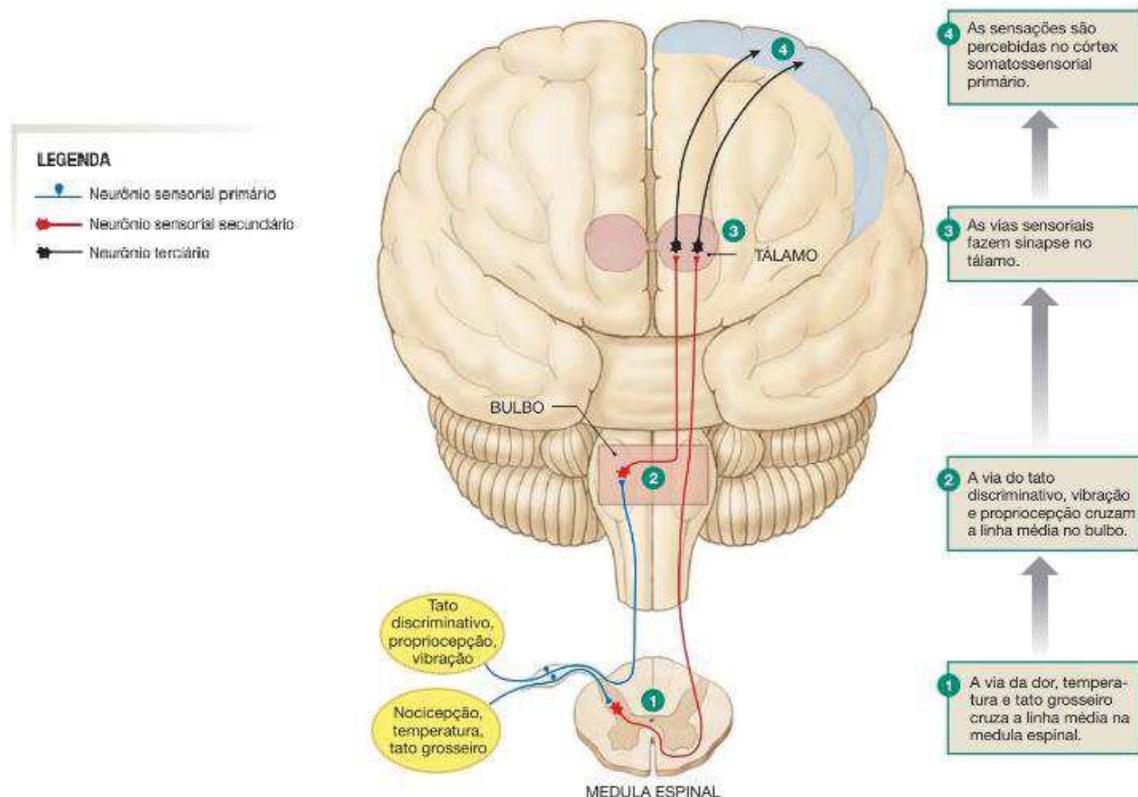


Figura 05: As vias da percepção somática projetam-se para o córtex e para o cerebelo. A ativação dos receptores desencadeia potenciais de ação no neurônio sensorial primário associado. Na medula espinhal, muitos dos neurônios sensoriais primários fazem sinapse com interneurônios. Todos os neurônios sensoriais secundários cruzam a linha média do corpo em algum ponto, de modo que as sensações do lado esquerdo do corpo são processadas pelo hemisfério direito do cérebro, e vice-versa.

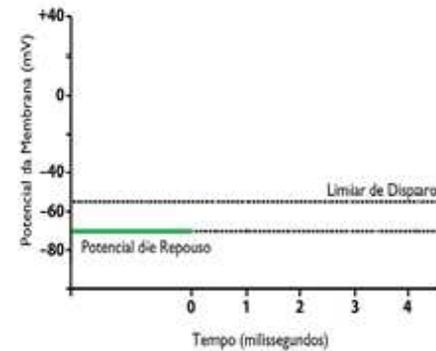
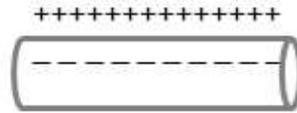
Fonte: Silverthorn (2017, p. 319).

Observa-se que os neurônios associados aos receptores da nocicepção, temperatura e tato grosseiro fazem sinapse com seus neurônios secundários assim que entram na medula espinhal, cruzam a linha média do corpo na medula espinhal e se projetam para o encéfalo, caracterizando o **sistema somatossensorial protopático** - de condução lenta com baixo poder descritivo e sensibilidade mais grosseira. Observa-se também que os neurônios do tato discriminativo, da vibração e da propriocepção possuem axônios muito longos, os quais se projetam para cima, da medula espinhal até o bulbo. Os axônios dos neurônios bulbares cruzam a linha média do corpo, caracterizando por sua vez, o **sistema somatossensorial epicrítico** de vias de condução rápidas e precisas. As vias sensoriais ao cruzarem a linha média do corpo determina que as sensações do lado esquerdo do corpo sejam processadas pelo hemisfério direito do cérebro, e vice-versa (ROUDAUT *et al.*, 2012).

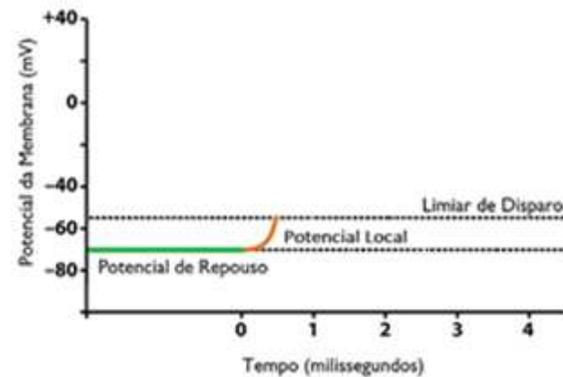
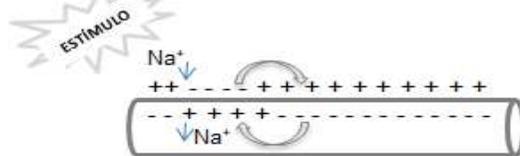
Assim ressalta-se que, a resposta ao mundo exterior e a manutenção do controle interno do organismo, essenciais à vida, se faz possível por eventos sequenciais a partir do potencial de repouso da membrana plasmática de células excitáveis, compreendendo a geração do potencial de ação eliciado por diferentes estímulos físicos, que propagado permite a integração da informação sensitiva em nível de SNC e a efetivação da resposta motora (quadro 02).

Quadro 02 - Principais eventos relativos à sensibilidade.

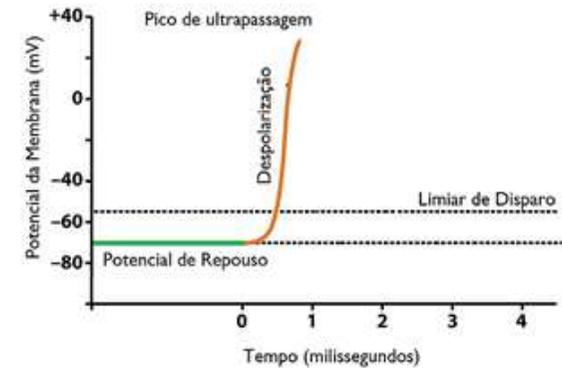
1- Membrana celular em potencial de repouso (-70 mV)



2- Estímulo despolarizante aumentando a condutância de íons Na^+ . A membrana despolariza até o limiar de excitabilidade (-55mV).

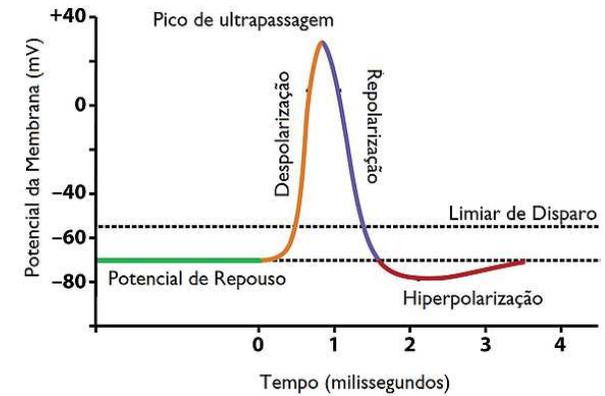
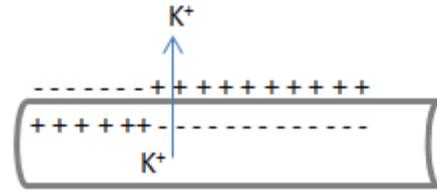
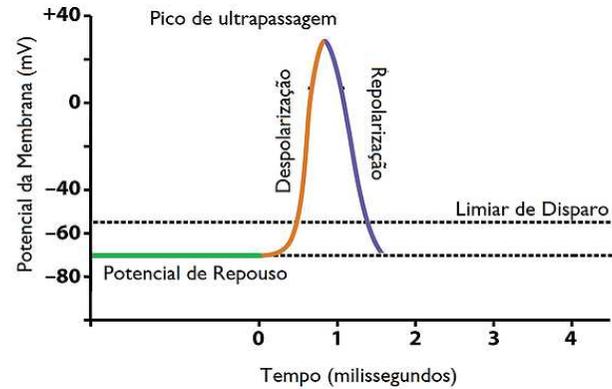


3- Ao atingir o limiar de excitabilidade (-55mV) canais de Na^+ voltagem-dependentes se abrem rapidamente favorecendo a entrada abrupta de íons Na^+ na célula. A célula se despolariza chegando a um potencial de membrana de +40mV (pico), onde canais de Na^+ se inativam e canais de k^+ voltagem-dependentes se abrem.

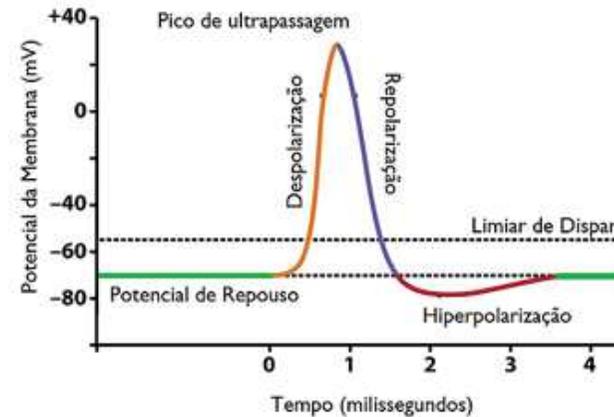
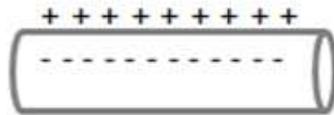


4- Com os canais de K^+ voltagem-dependentes abertos, os íons de k^+ se movem para fora da célula, repolarizando-a.

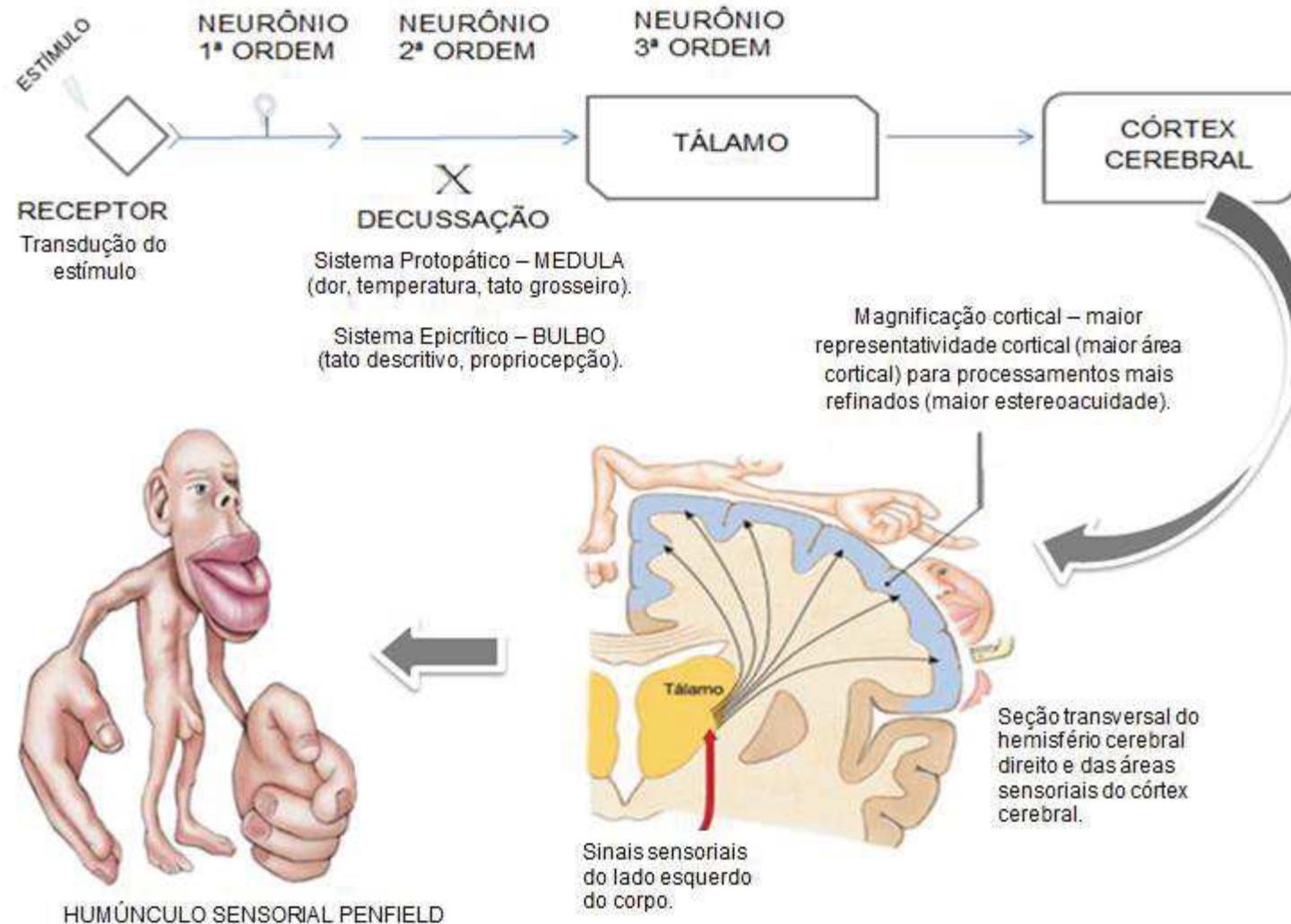
5- Canais de k^+ continuam abertos e mais k^+ saem da célula, hiperpolarizando-a



6- Os canais de K^+ voltagem-dependentes se fecham e menos k^+ sai da célula. A célula retorna à sua permeabilidade iônica de repouso e ao potencial de repouso.



7- O potencial de ação, após deflagrado, é conduzido pelas fibras nervosas sensitivas dos neurônios de primeira, segunda e terceira ordem até o SNC para ser processado.



Fonte: Penfield e Boldrey (1937) e Silverthorn (2017, p. 320). Adaptado pela autora.

2.4.3 Sistemas Nervoso e Sensorial – aplicação ao ensino médio

Ao estudar sistemas orgânicos no ensino médio o enfoque é o organismo humano. Os sistemas nervoso e sensorial são os principais responsáveis pela interação do organismo com o meio ambiente. Ensiná-los aos alunos é de fundamental importância, como afirma as OCNEM ao relatar que “compete ao ensino da Biologia, **prioritariamente**, o desenvolvimento de assuntos ligados à saúde, ao corpo humano, à adolescência e à sexualidade” (BRASIL, 2006, grifo adicionado).

Os livros didáticos abordam os conteúdos referentes aos sistemas nervoso e sensorial de maneira variada, explorando o assunto também de forma bem diferenciada um do outro, sem que tenha uma padronização. Daí a grande importância de um trabalho docente conjunto na escolha do livro didático, como material de apoio à prática educativa. Pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é dada autonomia às escolas na seleção dos livros didáticos, considerando a importância da participação do professor e profissionais da educação no processo de escolha das obras no âmbito dos Programas do Livro (BRASIL, 2007).

Pela Coleção “Biologia Hoje” os conteúdos relacionados aos Sistemas Nervoso e Sensorial é abordado em dois momentos diferentes, sendo o primeiro no capítulo 18 (volume 1 – Primeiro Ano) intitulado Tecido Nervoso; e o segundo no capítulo 22 (volume 2 – Segundo Ano) intitulado Sistemas Nervoso e Sensorial (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016), caracterizando fragmentação de conteúdos. A abordagem de cada capítulo é muito boa, com conteúdo atualizado e bem selecionado, imagens e aplicações; mas na organização dos principais temas de interesse da disciplina, separou os capítulos em dois volumes da coleção. Um capítulo complementa o outro (quadro 03) quando se quer estabelecer vínculos entre o que é estudado com o cotidiano do aluno. A falta dessa interação dificulta “estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado” (BRASIL, 2006, p.17).

Quadro 03 – Capítulos com conteúdos que se complementam no estudo dos Sistemas Nervoso e Sensorial no Ensino Médio:

CAPÍTULO	SITUAÇÃO PROBLEMA	CONTEÚDO	
CAPÍTULO 18 (VOLUME 1) TECIDO NERVOSO	1-Você conhece alguma doença grave que afeta o sistema nervoso? 2-O que acontece quando encostamos em um material pontiagudo ou colocamos a mão em algo quente? 3-Quais são os efeitos do álcool sobre o comportamento de uma pessoa?	1-Neurônio	Estrutura e função
		2-Impulso nervoso	Receptores Potencial de repouso Potencial de ação Propagação do impulso nervoso
		3-Passagem do impulso	Sinapse (fenda sináptica e neurotransmissores)
		4-Arcos Reflexos	Neurônio Sensitivo – Via aferente Neurônio Associativo ou interneurônio Neurônio motor – Via eferente Atos reflexos
CAPÍTULO 22 (VOLUME 2) SISTEMAS NERVOSO E SENSORIAL	1-Quais são as partes do sistema nervoso e que funções executam? 2-Por que alguns acidentes podem causar paralisia corporal? 3-Quais são as consequências do uso de drogas em nosso organismo? 4-Como funcionam as estruturas que nos permitem perceber o ambiente ao nosso redor?	1-Sistema Nervoso	Função Estrutura: * Sistema Nervoso Central →Encéfalo →Medula Espinal * Sistema Nervoso Periférico →Sistema nervoso periférico somático →Sistema nervoso periférico autônomo ou visceral: • Simpático • Parassimpático
		2-Sistema Sensorial	Receptores Sensoriais Órgãos dos Sentidos

Fonte: Linhares; Gewandsznajder; Pacca (2016).

Extenso e abstrato é o volume de conteúdo relacionado aos sistemas nervoso e sensorial sugerido para o ensino médio, e ensiná-lo de forma tradicional gera muito desinteresse por parte dos alunos. Só o livro didático associado à aula expositiva e atividades (perguntas e respostas) não é nada atrativo para jovens nativos digitais que cada vez mais estão conectados a diversas “tecnologias,

estabelecendo novas e diferentes relações com o conhecimento” (COLETTI; BATTINI; MONTEIRO, 2018).

Outra dificuldade é o tempo reduzido de duas horas/aula de Biologia por semana no ensino médio, que pela extensão do conteúdo da disciplina inviabiliza ministrar de forma efetiva esse e os outros demais temas, mesmo os mais relevantes. Caracterizando inclusive um grande desafio para os educadores: “a seleção dos conteúdos que serão abordados no ensino médio frente à extensão dos programas, tradicionalmente previstos ou recomendados para cada uma das três séries” (BRASIL, 2002, p.52).

Dada a sua relevância, é importante refletir sobre estratégias metodológicas que favoreçam maior interesse dos alunos e consequente apreensão do conhecimento sobre fisiologia sensorial. Mais que motivar e facilitar o aprendizado é possibilitar que o aluno compreenda a importância desse conhecimento para sua vida (BRASIL, 2006).

Mas é possível uma abordagem pedagógica construtivista a partir de metodologias ativas no ensino de fisiologia sensorial para alunos do ensino médio? Em situações que a escola não disponha de um laboratório em condições apropriadas para o desenvolvimento de demonstrações, experimentos e projetos, é possível promover práticas simples relacionadas à fisiologia sensorial, que favoreçam a observação e apreensão dos fenômenos biológicos? Como tornar viável a aplicação de metodologias ativas que promovam o protagonismo do aluno diante do extenso conteúdo relacionado ao ensino médio com apenas duas horas/aula de biologia por semana?

Assim considerando os princípios da construção do conhecimento, a escola como espaço da construção do saber científico, as fragilidades da metodologia tradicional de ensino, a dinâmica das metodologias ativas, o perfil atual dos alunos e o uso de tecnologia digital no processo educativo; a hipótese desse estudo é que uma sequência didática que associe metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais em um sistema de ensino híbrido tem potencial para favorecer o processo de ensino-aprendizagem dos alunos da geração Z no ensino de fisiologia sensorial.

3 OBJETIVOS

A finalidade do presente trabalho está no seu objetivo geral e nos objetivos específicos, apresentando os motivos para o seu desenvolvimento e informando assim, as contribuições que os resultados produzirão.

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar a partir de uma revisão bibliográfica uma nova proposta pedagógica para o ensino da fisiologia sensorial que atenda as formas de aprender dos jovens atuais - geração Z, através de um roteiro de práticas aliado ao uso de uma plataforma digital.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma estratégia prática para o ensino da fisiologia sensorial nos vertebrados, com foco no homem, para alunos do ensino médio.
- Ressaltar a importância da observação dos fenômenos biológicos, a partir da criação de um ambiente favorável (problematização) que permita o aluno formular suas opiniões/hipóteses, processo inicial da construção do conhecimento científico.
- Incentivar e orientar o uso da plataforma digital, promovendo um ensino personalizado e ampliando o espaço/tempo da sala de aula, garantindo assim que os momentos presenciais em sala sejam para realização de práticas na observação dos fenômenos biológicos.

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica/descritiva, que como objeto de estudo buscou-se em trabalhos científicos anteriores e em legislações que regulamentam o a educação no Brasil, fundamentar uma nova proposta pedagógica que atenda a forma de aprender dos jovens atuais, com interface prática associada a novas tecnologias, ao ministrar Fisiologia do Sistema Sensorial, conteúdo do primeiro ano do ensino médio.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como objeto desta pesquisa realizou-se a busca de artigos, dissertações, teses, livros e trabalhos publicados em anais de congressos a partir das palavras chaves - teoria do conhecimento, geração Z, prática docente, novas metodologias de ensino, ensino híbrido, fisiologia sensorial - e suas variações em bases de dados como Scielo, Periódicos da CAPES e Google Scholar. A dificuldade encontrada aqui foi a de manusear as bases de dados ou plataforma de pesquisa por ter cada uma seu próprio sistema de busca.

Por meio dessa referida metodologia foram selecionados trabalhos científicos nos idiomas português, inglês e espanhol na área da educação (datados de 1990 a 2019), de fisiologia sensorial (datados de 2007 a 2014) e artigos originais na área de fisiologia sensorial que compuseram o corpo desse estudo.

Foram consultados também documentos oficiais que regulamentam o ensino médio no Brasil como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais Mais (PCN+) e Orientações Curriculares Nacionais (OCN).

4.2 ELABORAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

A proposta pedagógica partiu da elaboração de um roteiro de aulas práticas que sensibilizam os alunos aos fenômenos biológicos, e incentiva a problematização e criação de hipóteses sobre Fisiologia do Sistema Sensorial, associado ao uso de uma plataforma digital.

O conteúdo abordado interage a relação dos organismos com o ambiente, a importância dos sentidos como mecanismos de detecção (sistema sensorial), e como se processa a gênese e a condução do impulso nervoso até o SNC para ser processado.

Como procedimentos, foi criada uma sala de aula virtual (Plataforma Digital - Google sala de aula) com textos, vídeos, videoaulas, atividades relacionadas ao conteúdo de fisiologia sensorial (sistema nervoso, neurônios, impulso nervoso, potencial de ação, receptores sensoriais, arco-reflexo, etc...) com objetivo de ampliar o espaço/tempo da sala de aula (em uma abordagem de pré-aula e pós-aula) e minimizar o número reduzido de duas horas/aula de biologia no ensino médio.

Paralelamente foi elaborado um roteiro de práticas (Apêndice C) para ser aplicado em sala de aula. Práticas que deverão ser realizadas pelos alunos e mediadas pelo professor, com o objetivo de favorecer a sensibilização aos fenômenos biológicos, ponto determinante na construção do conhecimento. Os momentos presenciais em sala de aula serão utilizados prioritariamente na realização desse roteiro de práticas, como parte da estratégia de ensino em fisiologia sensorial nos vertebrados, com foco no homem.

Como resultado deste estudo será promovida uma sequência didática (produto educacional) num sistema de ensino híbrido, envolvendo aula expositiva dialogada, roteiro de aulas práticas e o *Google Classroom* como estratégias de ensino-aprendizagem em fisiologia sensorial no ensino médio.

4.2.1 Plataforma digital

A utilização da plataforma será nos tempos de pré-aula e pós-aula num sistema de ensino a distância, para que os momentos presenciais em sala de aula sejam preferencialmente para realização do roteiro de práticas que favoreçam a observação dos fenômenos biológicos.

4.2.1.1 Escolha da plataforma digital

A escolha da plataforma digital partiu de critérios como acesso gratuito, facilidade de uso e liberdade em criar um ambiente personalizado a partir do perfil e nível da turma. A plataforma escolhida foi a *Google Classroom* (figura 06) que atende aos três requisitos.

Figura 06 - Logo *Google Classroom*



Google Classroom

Fonte: Google For Education. Disponível em: <https://edu.google.com>

4.2.1.2 Criação da sala de aula virtual

- Configuração (figura 07): Ao criar a sala, ela foi configurada conforme o perfil da turma (nome, descrição, assunto...).

Figura 07 - Configuração da sala de aula virtual

X Configurações da turma

Detalhes da turma

Nome da turma (obrigatório)
Primeirão

Descrição da turma

Seção
1º ano do Ensino Médio

Sala
Dri Melo

Assunto
Biologia

Fonte: A autora (2020).

- Inserção de conteúdo (figura 08): Criada a sala de aula no Google Classroom foram selecionados e postados links de videoaulas, vídeos, documentários (referentes ao tema), assim com avisos e comunicações.

Figura 08 - Inserção de conteúdo na sala de aula virtual

Primeirão
1º ano do Ensino Médio

Mural **Atividades** Pessoas Notas

+ Criar Google Agenda Pasta da turma no Google Drive

 **Fisiologia Sensorial** 1 Última edição: 18 de mar.

Interação com o meio

 **Vídeo Fisiologia Sensorial...**
Vídeo

 **Potencial de Ação_Anim...**
Vídeo

1 comentário da turma

[Ver material](#)

Fonte: A autora (2020).

- Atribuição de atividades (figura 09): Utilizando mais ferramentas *Google* (*Google forms* e *Google docs*) foi possível atribuir trabalhos, atividades e avaliações dentro do *Google Classroom*.

Figura 09 - Atribuição de atividades pela sala de aula virtual

The image shows a virtual classroom interface. At the top, there is a purple button labeled '+ Criar' and two links: 'Google Agenda' and 'Pasta da turma no Google Drive'. Below this, a document icon is labeled 'Fisiologia Sensorial' with a comment icon and the number '1'. To the right, it says 'Última edição: 18 de mar.'. The main content area is titled 'CONECTANDO' with a document icon and 'Última edição: 29 de fev.'. It includes the text 'Sem data de entrega' and 'Pense rápido.'. On the right, there are two columns: 'Entregue' with the number '1' and 'Trabalho atribuído' with the number '1'. Below this is a slide titled 'Fixação de Conteúdo' with the subtitle 'Formulários Google'. At the bottom, there is a link 'Ver atividade'.

The slide content is as follows:

Fixação de Conteúdo

Com base na aula anterior e nos vídeos assistidos, avalie os conhecimentos adquiridos.

Durante um impulso nervoso, ocorrem mudanças de potencial na membrana do neurônio. As alterações sequenciais que ocorrem nessa membrana são chamadas de:

Fonte: A autora (2020).

Após devolutiva das atividades pode-se atribuir ainda notas, e a própria plataforma gera gráficos que permitem o acompanhamento individual e da turma em tempo real.

A assiduidade dos alunos, quanto ao acesso à plataforma digital, poderá ser verificada a partir dos gráficos gerados pela própria plataforma, ao acessar a aba "atividades". Os gráficos são gerados pelas respostas dos alunos aos formulários (*google forms*) permitindo o acompanhamento da turma e também individual de

cada aluno. Daí a importância de sempre criar atividades vinculadas aos conteúdos postados, para que além da fixação de conteúdo permita ao professor acompanhar o processo de ensino-aprendizagem diante dos erros e acertos como uma avaliação formativa dos discentes, personalizando o processo educativo.

4.2.2 Roteiro de práticas

Elaboração das práticas e seleção de materiais necessários.

Materiais:

- Lápis
- Paquímetro
- Martelinho com ponta de borracha
- Folhas impressas

5 RESULTADOS

Como resultado desse estudo elaborou-se uma nova proposta pedagógica para o ensino de fisiologia sensorial, conteúdo ministrado no primeiro ano do ensino médio, fundamentada por uma revisão bibliográfica de 81 citações referenciadas. Dessas 81 referências 52 são trabalhos científicos sendo 46 artigos e 06 dissertações (quadro 04).

Quadro 04 - Trabalhos científicos selecionados

TÍTULO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO	REVISTA PUBLICADA
Somatic motor and sensory representations in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation	PENFIELD, W; BOLDREY E.	1937	Brain
Resting and action potentials in single nerve fibres.	HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.	1945	J. Physiol.
Currents carried by sodium and potassium ions through the membrane of the giant axon of loligo.	HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.	1952	J. Physiol.
A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve.	HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.	1952	J. Physiol.
Pharmacological modifications of the sodium channels of frog nerve.	HILLE, B.	1968	J Gen Physiol
Interaction of tetraethylammonium ion derivatives with the potassium channels of giant axons.	ARMSTRONG, C. M.	1971	J Gen Physiol
Saber ou ignorância: Piaget e a questão do conhecimento na Escola Pública.	BECKER, F.	1990	Rev. Psicologia – USP
Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências.	MARSULO, M. A. G.; SILVA, R.M.G.	2005	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias
Sobre o processo de construção do conhecimento: O papel do ensino e da pesquisa.	WERNECK, V. R.	2006	Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação
Mechanisms of sensory transduction in the skin.	LUMPKIN, E. A.; CATERINA, M. J.	2007	Nature
“Para que servem as Escolas?”	YOUNG, M.	2007	Revista Educação & Sociedade
Efeitos da Propriocepção no processo de reabilitação do quadril.	MARTIMBIANCO, A. L. C. <i>et al.</i>	2008	Acta Ortop. Bras.

TÍTULO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO	REVISTA PUBLICADA
Formação docente e educação inclusiva.	SENNA, L. A. G.	2008	Cadernos de Pesquisa
Os discursos da comunidade disciplinar de ensino de biologia: circulação em múltiplos contextos.	BUSNARDO, F.; LOPES, A.C.	2010	Ciência & Educação
Juventud: ¿ser quien es?	FERNANDEZ DEL CASTRO, J. I.	2010	Ábaco: Revista de Cultura y Ciencias Sociales
The biophysics of neuronal growth.	FRANZE, F.; GUCK, J.	2010	Reports on Progress in Physics
The cell biology of touch.	LUMPKIN E. A.; MARSHALL K. L.; NELSON A. M.	2010	JCB
Saber cotidiano e saber escolar: uma análise epistemológica e didática.	SILVA, J. I.; MOREIRA, E. M. S.	2010	Revista de Educação Pública
Potencial de ação: do estímulo à adaptação neural.	BECKER, E.K. <i>et al.</i>	2011	Fisioter Mov.
O ciclo da vesícula sináptica, espinhos dendríticos, e a transdução de sinais.	MERLO, S. <i>et al.</i>	2011	Rev Medicina (Ribeirão Preto)
Energy and information in Hodgkin-Huxley neurons.	MOUJAHID, A.; D'ANJOU A.; TORREALDEA, F. J.	2011	Physical Review E
The Hodgkin-Huxley Heritage: From Channels to Circuits.	CATTERALL, W. A. <i>et al.</i>	2012	The Journal of Neuroscience
A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio.	GERHARD, A. C.; FILHO, J. B. R.	2012	Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)
Touch sense: Functional organization and molecular determinants of mechanosensitive receptors.	ROUDAUT, Y. <i>et al.</i>	2012	Landes Bioscience
Os hábitos de consumo das gerações y e z: a dimensão ambiental nos contextos familiar e escolar.	SCHARF, E. R.; ROSA, C. P.; OLIVEIRA, D.	2012	Contextus
A escola no mundo hiper-conectado: Redes em vez de muros?	SIBILIA, P.	2012	Matrizes
A escola enquanto espaço de construção do conhecimento.	SILVA; R. P.	2012	Revista Espaço Acadêmico
Educação e Novas Tecnologias: o papel do professor nesse cenário de inovações.	VIEIRA, M. M.	2012	Revista Espaço Acadêmico
A ferramenta <i>google docs</i> na promoção da autonomia do aprendente de PLE e a atualização do perfil do professor de PLE	FLORIM, M. Q.	2013	Repositório Aberto da Universidade do Porto
Neurônio.	MOREIRA, C.	2013	Revista Ciência Elementar

TÍTULO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO	REVISTA PUBLICADA
O papel do professor formador em uma ação de formação: uma experiência na abordagem construtivista.	OLIVEIRA, A. D.; SCHERER, S.	2013	Revista Eletrônica de Educação
Tactile sensory system: encoding from the periphery to the cortex.	LYNETTE A. JONES, L. A.; SMITH A. M.	2014	Wiley Periodicals, Inc.
A construção da autonomia no processo educativo: o que pensam os participantes de um curso de especialização em coordenação pedagógica.	MARTINS, J. L.; SILVA, B.	2014	Revista e-Curriculum
Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicional – aspectos gerais.	SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A.	2014	Rev. Medicina (Ribeirão Preto)
Ferramentas cognitivas, ambientes modificadores, medição e construção do conhecimento: potencializando a cognição do sujeito social na perspectiva do aprender.	VARELA, A. V.; BARBOSA, M. L. A.; FARIAS M. G. G.	2014	Ci. Inf.
Mudando a educação com metodologias ativas.	MORAN, J. M..	2015	Coleção Mídias Contemporâneas
Vivência de docentes participantes do Projeto Qualifica/Univates/Lajeado/RS com Metodologias Ativas.	REMPEL; C. <i>et al.</i>	2016	Revista Tempos e Espaços em Educação
Reconstrução de Sentidos sobre as Tecnologias Digitais na Formação Docente	ROSA, S. G. A.	2016	Repositório Institucional Centro Universitário La Salle
Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.	DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N.	2017	Revista Thema
A geração Z e as plataformas tecnológicas	REIS, E. V.; TOMAÉL, M. I.	2017	Inf. Inf.
Lugar de aluno é na escola que desenvolva conhecimentos.	SOUZA, J. M. P.; SENNA, L. A. G.	2017	Revista Exitus
Effectiveness of Google Classroom: Teachers perceptions.	AZHAR, K. A.; IQBAL, N.	2018	Prizren Social Science Journal
Propuesta de modelo tecnológico para <i>Flipped Classroom</i> (T-Flic) en educación superior.	BASSO-ARÁNGUIZ, M. <i>et al.</i>	2018	Revista Electrónica Educare
Tecnologias da informação e comunicação e as metodologias ativas: elementos para o trabalho docente no ensino superior.	COLETTI, P. M. C.; BATTINI, O.; MONTEIRO, E.	2018	Revista Prática Docente
Pesquisa e Ensino: possibilidades interativas no processo escolar.	PEREIRA, W. M. O. <i>et al.</i>	2018	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista

TÍTULO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO	REVISTA PUBLICADA
A observação de joaninhas [Harmonia axyridis (Pallas, 1773), Coleoptera, Coccinellidae] como ferramenta de alfabetização científica em uma Escola de Educação Infantil.	LOPES <i>et al.</i>	2018	REnBio
Modelo de ensino híbrido: a percepção dos alunos em relação à metodologia progressista x metodologia tradicional.	SILVA, J. B.; SILVA, D. O.; SALES, G. L.	2018	Revista Conhecimento Online
Ensino híbrido e a construção da aprendizagem dos estudantes do ensino médio.	CEMBRANEL, C. B.; SCOPEL, J. M.	2019	Scientia cum Industria
Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia.	FREIRE, J. A.	2019	Repositório Aberto da Faculdade Federal de Minas Gerais
O uso dos mapas conceituais como recurso didático no ensino de biologia.	JUNIOR, C. E.L. M.	2019	Repositório Aberto da Faculdade Federal de Minas Gerais
Contribuição de Paulo Freire para o ensino-aprendizagem de Biologia: os temas geradores como procedimento dialógico de compreensão do todo da vida (<i>Bíós</i>).	REIS, S. O. P.	2019	Repositório Faculdade Federal de Juiz de Fora
Projeto Lagoa Paulino: O estudo de suas condições ecológicas através de uma abordagem investigativa.	SILVA, Aline Miranda da.	2019	Repositório Aberto da Faculdade Federal de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Os critérios de inclusão desses trabalhos científicos foram pesquisas que abordassem a perspectiva das palavras-chave (teoria do conhecimento, geração Z, prática docente, novas metodologias de ensino, ensino híbrido, fisiologia sensorial e suas variações), publicadas em inglês, português ou espanhol, em formato de artigos, revisões, dissertações e teses. Os critérios de exclusão foram trabalhos que não apresentassem resumos na íntegra nas bases de dados e nas bibliotecas pesquisadas, que estavam confusos ou mal estruturados, publicações de anos anteriores a 1990 (excetuando os artigos originais de fisiologia sensorial) e com duplicidade.

Ao estruturar a sequência didática (quadro 05), o foco sempre esteve na dinâmica da construção do conhecimento científico. A começar pela escolha dos temas, em função da extensão do conteúdo referente ao sistema nervoso e sensorial; a escolha da plataforma digital; a seleção de vídeos; a elaboração das atividades; e a definição dos tempos e espaços.

A sequência didática elaborada para o ensino de fisiologia sensorial foi pensada de forma a contextualizar o ensino a partir de práticas reais e simples, utilizando-se dos fenômenos biológicos que podem ser percebidos e interpretados. Como já afirmava Freire (1996), só podemos falar em saber ensinado quando o objeto ensinado é aprendido na sua razão de ser.

Os vídeos escolhidos são curtos e animados, para que seja prazeroso assisti-los, em um tempo de pré-aula e assim favoreçam as discussões no momento presencial de sala-aula, onde os alunos terão sua capacidade intelectual estimulada.

O objetivo das práticas (geração dos fenômenos biológicos) vai além da contextualização do ensino, uma aula dinâmica estimula a curiosidade dos educandos, que gera a intencionalidade em aprender - princípio básico da construção do conhecimento (WERNECK, 2006).

Quadro 05 – Sequência didática

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - FISIOLOGIA SENSORIAL PARA O ENSINO MÉDIO					
TOTAL DE HORAS/AULA: 03					
OBJETIVO GERAL:					
Entender de que forma os organismos interagem com o ambiente e, nesse sentido, a importância dos sentidos como mecanismos de detecção (sistema sensorial), e como se processa a gênese e a condução do impulso nervoso até o SNC para ser processado.					
AULA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMATIZAÇÃO	TEMPO DE AULA	INSTRUMENTO PEDAGÓGICO	DESCRIÇÃO
1ª	1- Entender o Sistema Nervoso como o coordenador e controlador das funções do corpo;	Por que o Sistema Nervoso é considerado o quartel general do organismo?	PRÉ-AULA	PLATAFORMA DIGITAL VÍDEO: QUARTEL GENERAL https://drive.google.com/file/d/1BX7Nsxr2dtnw43mOGuJTWXmL10y24-Fr/view	Vídeo sobre o Sistema Nervoso (12':42"min de duração), com o objetivo de promover conhecimentos prévios introdutórios sobre: Função, estrutura e divisão do SN; anatomia e classificação dos neurônios, potencial de repouso (bomba sódio/potássio, canais de íons), potencial de ação, propagação do impulso nervos sinapses e neurotransmissores).
	2- Reconhecer a estrutura e função do neurônio;			AULA (50min)	AULA DIALOGADA Explorando os conhecimentos prévios e os adquiridos no período da pré-aula.
	3- Caracterizar o sistema nervoso central e periférico e correlaciona-los com suas respectivas funções e composições;		PÓS-AULA	PLATAFORMA DIGITAL QUIZ https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfGFMniMLGITTToYfdAvwjr3Bw9AnMMAz-CxjSizOWra5wTprw/formResponse	Formulário de fixação de conteúdo - avaliação formativa.

AULA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMATIZAÇÃO	TEMPO DE AULA	INSTRUMENTO PEDAGÓGICO	DESCRIÇÃO
2 ^a	1- Compreender como ocorre a interação do organismo com o meio ambiente.	Como sentimos e respondemos aos estímulos?	PRÉ-AULA	PLATAFORMA DIGITAL PESQUISA - "Como sentimos o mundo?" <i>GOOGLE DOCS</i> https://docs.google.com/document/d/1MZQYE7JXuHGimVFkR0X8pfZkwtzE7tLH6LLYh1vPeNY/edit	Pesquisa com objetivo de promover conhecimento prévio sobre os diferentes tipos de sensibilidade e seus respectivos receptores cutâneos.
			AULA (50min)	APRESENTAÇÃO DIALOGADA PARA SISTEMATIZAÇÃO TEÓRICA	Material de suporte (Apêndice B) Roteiro de Práticas (Apêndice C)
	PRÁTICAS				
	2- Conseguir explicar as reações nos reflexos.	O que acontece quando alfinetamos o dedo ou colocamos a mão sobre algo muito quente?	PÓS-AULA	PLATAFORMA DIGITAL QUIZ https://docs.google.com/forms/d/1n94UV0sGp0oCULinlms_xOjdVvMsZqFbCJZRzfG1cek/edit?usp=sharing	Formulário de fixação de conteúdo - avaliação formativa.

AULA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMATIZAÇÃO	TEMPO DE AULA	INSTRUMENTO PEDAGÓGICO	DESCRIÇÃO
3 ^a	Entender como ocorre a gênese do impulso nervoso e como se propaga;	É correto afirmar que a propagação do impulso nervoso é um fenômeno eletroquímico? Por quê?	PRÉ-AULA	PLATAFORMA DIGITAL VÍDEO: POTENCIAL DE AÇÃO https://drive.google.com/file/d/1u_ScmqjNVktYbGWbfapkinlG4A7qJdHF/view VÍDEO: IMPULSOS NERVOSOS/SINAPSES https://drive.google.com/file/d/1BX7Nsxr2dtnw43mOGuJTWXmL10y24-Fr/view VÍDEO: SINAPSE NEUROMUSCULAR https://drive.google.com/file/d/1K_VQxw1JrhwjvyZI8X1QqiEQ3xzAx8LD/view	Vídeos sobre a gênese e propagação do impulso nervoso.
		Como agem alguns anestésicos, como a xilocaína, no alívio da dor?	AULA (50min)	APRESENTAÇÃO DIÁLOGADA PARA SISTEMATIZAÇÃO TEÓRICA	Apêndice D
		O que significa dizer que o potencial de ação obedece à lei ou princípio do “ tudo ou nada ”? E como, então, o organismo distingue um estímulo forte (pancada) de um fraco (um leve toque)?	PÓS-AULA	PLATAFORMA DIGITAL QUIZ https://forms.gle/y57vpU48rYkeRUCv6	Formulário de fixação de conteúdo - avaliação formativa.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

6 DISCUSSÃO

A princípio o objeto dessa pesquisa seria elaborar uma nova proposta pedagógica para o ensino de fisiologia sensorial, conteúdo ministrado no primeiro ano do ensino médio e avaliar sua aplicação em sala de aula. O projeto por envolver seres humanos foi submetido ao Comitê de Ética, que emitiu dois pareceres consubstanciados solicitando alteração. Após as devidas alterações e terceira submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética no início do ano de 2020, a escola estadual onde o projeto de pesquisa seria aplicado, localizada no leste de Minas Gerais, teve suas atividades paralisadas por adesão à greve de professores. A greve continuou por um longo período, até o momento de suspensão das atividades por ocasião da pandemia da COVID-19. Assim no ano de 2020 foram ministradas apenas duas aulas de biologia para as turmas do primeiro ano do ensino médio, não sendo possível a aplicação da nova proposta pedagógica.

A proposta pedagógica foi elaborada fundamentada na literatura científica de estudos anteriores na área da educação, na atualização e aprofundamento dos conhecimentos científicos sobre fisiologia sensorial e norteadas pelas regulamentações de ensino no Brasil; mas na impossibilidade de aplicação dessa proposta, buscou-se pesquisas anteriormente realizadas sobre aplicação e avaliação de metodologias ativas e o uso de tecnologias no processo educativo, referenciando seus resultados e conclusões para responder à pergunta: Uma sequência didática que associe metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais em um sistema de ensino híbrido tem potencial para favorecer o processo ensino-aprendizagem dos jovens atuais?

Quanto à aplicação de metodologias ativas Rempel *et. al* (2016) publicaram um artigo relatando as vivências de um grupo de professores dos cursos de Ciências Biológicas, Fisioterapia, Tecnologia em Gastronomia e Nutrição da Univates que empregaram diferentes propostas metodológicas ao ministrar conteúdos de Alimentação Institucional, Bases de Técnicas Culinárias, Biologia Geral, Legislação Profissional, Biologia e Sistemática de Invertebrados, Fisioterapia Neurológica em suas salas de aula. As metodologias utilizadas foram o estudo de caso, portfólio,

problematização pelo Arco de Maguerz e mapa conceitual. Esses professores participaram de um projeto de qualificação da prática docente a luz de metodologias ativas, desenvolvido ao longo de dois semestres nos anos de 2014 e 2015. Os principais resultados demonstraram que “metodologias de ensino centradas nos estudantes permitem que esses aprendam através das descobertas, do desenvolvimento de suas habilidades analíticas e motivação” (REMPEL *et. al*, 2016, p.47).

Outra pesquisa muito interessante de natureza quali-quantitativa foi realizada por Silva (2019). A realização do Projeto Lagoa Paulino de abordagem investigativa ocorreu em uma escola pública estadual da cidade de Sete Lagoas/MG com aproximadamente 140 alunos de quatro turmas do 3º ano do Ensino Médio, turno matutino. O projeto foi executado em seis etapas e ao final da aplicação os alunos realizaram uma avaliação anônima do projeto. Foram noventa e duas avaliações, correspondendo a cerca de 66% (92/140) dos alunos participantes do projeto.

Dentre os pontos positivos houve destaque para o aumento da aprendizagem em 82% das avaliações. Para os alunos avaliadores,

... o projeto possibilitou maior conhecimento/entendimento sobre as condições ecológicas da Lagoa Paulino por meio de aspectos histórico-culturais, legais e das atividades desenvolvidas (...) as atividades promoveram a análise das ações antrópicas para a poluição da lagoa, das substâncias e microrganismos presentes n'água; dos riscos à saúde humana; da falta de fiscalização; da apresentação de termos da Biologia/Química e da necessidade de preservar/recuperar/cuidar da Lagoa Paulino. Além disso, as atividades propostas foram classificadas como diferenciadas, interessantes, motivadoras ou atrativas em 25% (23/92) das avaliações (SILVA, 2019, p. 49-50).

Quanto aos desafios a serem superados, o mais recorrente, 38% das avaliações, foi o tempo de duração do projeto. De acordo com os relatos dos alunos eles tiveram “dificuldade em conciliar o projeto com outros conteúdos e projetos desenvolvidos na escola, menor foco nos vestibulares/Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e/ou que o tempo despendido tornou o projeto cansativo” (SILVA, 2019, p. 50).

A professora-pesquisadora concluiu que os pontos negativos apontados pelos estudantes, estão atribuídos ao fato desses estarem acostumados ao ensino

tradicional, com aulas majoritariamente expositivas e centradas nos livros didáticos, com a participação discente bem restrita, onde as situações-problema eram genéricas com pouca ou nenhuma contextualização. E foi em função disso que alguns alunos ao executarem o Projeto Lagoa Paulino não compreenderam que aspectos discutidos durante o período de execução do projeto poderiam ser aplicados em outros ambientes aquáticos com temas inclusive avaliados em vestibulares e no ENEM. Mas apesar dos apontamentos, segundo a autora, os objetivos propostos no trabalho foram alcançados, por concluir que pela aplicação do projeto os “alunos foram motivados a caracterizar as condições ecológicas da Lagoa Paulino (Sete Lagoas, Minas Gerais), buscando entender os fatores responsáveis pela situação atual de suas águas e as restrições de seu uso” (SILVA, 2019, p. 61).

No âmbito das tecnologias de informação e comunicação como apoio ao processo de ensino-aprendizagem, vários estudos são encontrados na literatura científica. O uso das tecnologias amplia os espaços educativos para fora dos muros da escola e estimula a autonomia do estudante na gestão da aprendizagem (MARTINS; SILVA, 2014).

Freire (2019) em seu trabalho de pesquisa desenvolveu objetos educacionais digitais e analisou a sua aplicação no processo de ensino-aprendizagem em conteúdos da disciplina de Biologia com estudantes do segundo e terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual pública da cidade de Belo Horizonte/MG, nos anos 2018 e 2019. Como objeto da pesquisa criou uma plataforma digital online denominada "Trilha do Conhecimento", que permitiu a criação de três objetos educacionais editáveis baseados na leitura de códigos de resposta rápida, o *QR code*. Como resultado desse trabalho foi revelado que 95,1% dos participantes consideraram a participação durante a aplicação dos objetos educacionais como prazerosa e 97,6% consideraram que a participação nestes jogos contribuiu de alguma forma para a sua aprendizagem, com um bom rendimento no percentual de acertos, individual e global, sobre o conteúdo de Genética das Populações.

Outra pesquisa interessante, agora quanto ao uso de metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais, refere-se ao uso de mapas conceituais (MC) em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) como “estratégia facilitadora para o

processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Biologia, na educação básica” (JÚNIOR, 2019, p. 22). A pesquisa foi desenvolvida em um estabelecimento de Ensino Fundamental e Médio, administrado pelo Exército Brasileiro e abrangeu uma população de 186 alunos, constituída por 103 do primeiro ano e 83 do segundo ano do Ensino Médio, matriculados no ano letivo de 2018. O AVA foi o próprio da instituição de ensino e foi sugerido aos alunos o uso *software CmapTools* para elaboração do MC. Como resultados do projeto de pesquisa o pesquisador ressaltou a facilidade do uso, pelos alunos, das ferramentas digitais desde os primeiros MC elaborados. Pelos dados coletados verificou-se que a quase totalidade dos alunos concebeu a metodologia dos MC como uma boa estratégia para a aprendizagem de Biologia. Esses resultados colaboraram com outros estudos citados pelo autor, que também analisaram o uso da técnica MC no ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio. “Todavia, em nenhum desses estudos a aceitação dos alunos foi tão favorável como no presente trabalho e a causa pode estar relacionada ao uso da tecnologia educacional” (JÚNIOR, 2019, p.80).

Nessa direção, ao integrar metodologias pedagógicas às tecnologias digitais está o modelo de ensino híbrido. No artigo “Ensino híbrido e a construção da aprendizagem dos estudantes do ensino médio”, Cembranel e Scopel (2019, p. 12) apresenta o “relato da experiência da utilização da plataforma de ensino adaptativo *Geekie Lab* com estudantes do ensino médio de uma Escola da Rede Estadual de Ensino na cidade de Caxias do Sul, RS”. Para o desenvolvimento dessa proposta os professores foram capacitados no uso da plataforma digital, com base em metodologias ativas de ensino.

Os professores que utilizaram a plataforma digital afirmaram que através dela as aulas se tornaram mais inovadoras e que por meio das atividades realizadas em casa, através dos vídeos, videoaulas, os temas em discussão eram previamente assimilados pelos alunos, otimizando o tempo de sala de aula. Os professores afirmaram ainda que o “uso das tecnologias produziu transformações significativas no processo de ensino e aprendizagem na escola”, pois os alunos ao utilizarem a plataforma digital sentiram motivados e “importantes na busca dos seus conhecimentos, não sendo meros receptores dos conteúdos” (CEMBRANEL; SCOPEL, 2019, p. 15).

Em outro estudo sobre o modelo de ensino híbrido, os autores Silva J., Silva D. e Sales (2017) pesquisaram, desta vez, a percepção dos alunos de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) ao aplicar uma metodologia progressista, que integra ensino presencial e *online*. Após aplicação da proposta, foram analisadas as repostas fornecidas pelos estudantes. Os dados coletados revelaram que a maioria dos alunos respondeu que o uso da tecnologia digital não é necessário para melhorar a compreensão dos conteúdos e ainda, de acordo com a opinião dos alunos há uma preferência do modelo de ensino tradicional em relação ao modelo de ensino híbrido, o que ficou claro quando a maioria dos alunos preferiu os recursos didáticos tradicionalmente utilizados como quadro, pincel e listas de exercícios. Os autores concluíram com esse estudo de caso que “para implantação de um modelo híbrido, é necessário muito mais do que apenas a utilização de recursos digitais”, é necessário romper com paradigmas historicamente estabelecidos, através de “um planejamento adequado, tanto para familiarizar os alunos com as ferramentas digitais, quanto para incorporá-las no contexto escolar” (SILVA J.; SILVA D.; SALES, 2017, p. 117).

Diante dos resultados obtidos nos diferentes estudos realizados é possível observar abordagens ora mais conservadoras, ora mais inovadoras e que não existem protocolos a serem seguidos. Para alcançar o protagonismo dos alunos é necessário um ambiente que os envolvam em atividades cada vez mais complexas, promovendo ações de pesquisa, análise, síntese e avaliação, amparados por materiais e dispositivos relevantes aliados à mediação do professor. O “aprender por descoberta” como revelam os professores participantes do projeto de qualificação da prática docente a luz de metodologias ativas (REMPEL *et. al*, 2016).

Quanto ao uso das tecnologias digitais no processo educativo, percebe-se a variedade de recursos, desde os mais simples até os mais avançados como *softwares* educacionais, cabendo ao professor a escolha do que usar e como usar de acordo com os objetivos e as competências a serem alcançados. Os tempos e espaços também divergem muito entre uma metodologia e outra, variando entre o trabalho de campo, a sala de aula, o entorno da escola e o ambiente virtual de aprendizagem (*software*, diferentes plataforma).

Outro aspecto relevante é o grande número de variáveis presentes ao aplicar uma metodologia ativa, principalmente quando mediadas por tecnologias digitais educacionais, reforçando a importância extrema do planejamento e da presença mediadora do professor. “Quanto mais avançam as tecnologias, mais a educação precisa de pessoas humanas, evoluídas, competentes, éticas” (MORAN, 2007, p.167).

Na sequência didática elaborada, parte do objeto da pesquisa em questão, houve o esforço da pesquisadora em promover as condições necessárias a uma aprendizagem significativa, baseando-se na leitura de publicações, livros, artigos de autores renomados da área de educação e na reflexão de sua prática docente, em especial da sua inquietação quanto à apatia dos jovens discentes em aprender e ao baixo rendimento deles quanto à assimilação do que era ensinado.

A hipótese, com base nos trabalhos descritos, é que se fosse possível a aplicação da sequência didática elaborada para o ensino de fisiologia sensorial no ensino médio os alunos ficariam motivados através da realização das práticas propostas (roteiro de práticas) a buscarem respostas aos fenômenos biológicos observados. Incentivados pelo uso dos meios tecnológicos, pesquisariam temas, conteúdos, vídeos relacionados à fisiologia sensorial em diferentes fontes sugeridas pelo professor, construindo assim seu próprio conhecimento. As práticas desenvolveriam no estudante o gosto em investigar, conhecer, criticar e refletir acerca da importância dos conteúdos abordados em aula, e o uso da plataforma digital, nos tempos de pré-aula e pós-aula, fomentaria as discussões em sala de aula e favoreceria um ambiente colaborativo de aprendizagem.

A escolha pelo conteúdo de fisiologia sensorial se deu em função da forma fragmentada que o tema é abordado tradicionalmente no ensino médio, sem conexão com situações reais vivenciadas pelos alunos, como algo totalmente abstrato, favorecendo a memorização pela ausência de significado. Tudo contrário às novas demandas dos jovens nativos digitais, e do que se estabelecem as regulamentações de ensino no Brasil. O Brasil que tanto avançou na universalização do ensino, mas que está longe de alcançar a qualidade da educação ofertada.

Outra questão é a relevância do conteúdo “Sistema Nervoso e Sensorial” para entender a forma holística de funcionamento do organismo, a interação dos órgãos e sistemas, o equilíbrio hemodinâmico, o estado saúde/doença etc.. Como apregoa as OCNEM (2006) “os conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico” (BRASIL, 2006, p. 20). E ainda, a seleção do conteúdo a ser ministrado, diante do vasto universo de temas abordados no ensino médio, é parte importante do processo educativo e “cabe à equipe docente analisar e selecionar os pontos que merecem aprofundamento” (BRASIL, 2006, p.9).

Ao elaborar o roteiro de práticas a intenção *a priori* foi criar um cenário que promovesse uma aprendizagem por descoberta. Através de práticas simples e de baixo custo induzir os alunos ao pensamento reflexivo, através da experiência e observação, necessárias à aquisição do conhecimento (LOPES *et al.*, 2018). A estratégia pedagógica foi facilitar a apropriação ativa de um conteúdo abstrato e de difícil compreensão que é fisiologia sensorial. E para aproximar o conteúdo à realidade dos alunos, dar significado e oferecer subsídio para as aulas práticas por conhecimentos prévios adquiridos, utilizou-se da plataforma digital no modo de educação à distância (EAD).

Para seleção da plataforma foram determinados critérios, o que facilitou sua escolha. Pela dificuldade de recursos financeiros, comum às instituições de ensino público, a plataforma deveria ser de acesso gratuito e específica para fins educacionais. Pela heterogeneidade do perfil das turmas, a plataforma precisaria permitir liberdade de seleção de conteúdos e atividades, em diferentes fontes, pelo próprio professor para que os objetivos e habilidades fossem alcançados. O terceiro e último critério seria a facilidade de manipulação, tanto pelo professor quanto pelos os alunos.

A plataforma selecionada - *Google Classroom* é uma plataforma digital gratuita, sem implicações de custos, lançada em 2014 pelo Google, que permite a criação de salas de aula no ciberespaço. Essa plataforma em detrimento de muitas outras que existem, permite uma autonomia do professor quanto ao uso do grande espectro de recursos digitais oferecidos pelos aplicativos *Google (Google Apps)*

como: *Drive*, *Google Docs*, *Youtube* entre outros. Devido à sua natureza livre, qualquer instituição, ou mesmo professor, pode utilizá-la sem incorrer em custos de implantação de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) e serviços associados, requerendo apenas conexão à Internet (BASSO-ARÁNGUIZ *et al.*, 2018).

Considerando que a utilização das tecnologias, por si só, não garantem a aprendizagem, é absolutamente essencial que os professores selecionem cuidadosamente os recursos tecnológicos a serem colocados nas mãos dos alunos, favorecendo um ambiente de integração entre tecnologia e o processo educativo (AZHAR; IQBAL, 2018). Através do *Google Classroom* foi possível elaborar tarefas, integrar documentos, vídeos, formulários e inserir material de apoio na criação das aulas virtuais. Durante a “construção” da sala de aula virtual comprovou-se a facilidade no uso da plataforma sem grandes exigências quanto à habilidade tecnológica do professor.

O uso da plataforma digital como apoio no processo ensino-aprendizagem teve o intuito de amenizar o pouco tempo de duas horas-aula de biologia por semana, ministradas no ensino médio, de forma a permitir o desenvolvimento da proposta didática baseada em metodologias ativas, que demandam um tempo maior de execução. Os alunos na realização do Projeto Lagoa Paulino identificaram o tempo de duração do projeto como um desafio a ser superado, pela “dificuldade em conciliar o projeto com outros conteúdos e projetos desenvolvidos na escola” (SILVA, 2019, p. 50).

Concluída a elaboração da nova proposta pedagógica no ensino de fisiologia para o ensino médio, essa se caracterizou em um modelo de ensino híbrido, ao “integrar os espaços físicos da escola com os ambientes virtuais; a sala de aula com as tecnologias digitais” (MORÁN, 2015). O interessante é que quando esse projeto de pesquisa foi pensado ao final do ano de 2018, não se imaginava o que seria vivenciado no ano de 2020, uma pandemia mundial que mudaria de forma abrupta a forma de “dar aula”. Hoje está em evidência a discussão sobre o ensino híbrido em todos os níveis de ensino. Se antes a mudança era necessária num processo de construção progressiva, agora é urgente diante das exigências que o momento atual impõe a todos os setores, e de modo especial à educação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do princípio que o Ensino Médio, última etapa da educação básica, objetiva promover através de métodos e técnicas pedagógicas o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreender o mundo e nele agir com autonomia estimulando-o continuar seu aprendizado seja na universidade ou no mercado de trabalho (BRASIL, 1996); e especificamente quanto ao estudo da Biologia, permitir através de um ensino ativo e contextualizado, a compreensão da natureza viva, onde os fenômenos biológicos possam ser percebidos e interpretados (BRASIL, 2002); conclui-se que ao elaborar uma nova proposta de ensino de Fisiologia Sensorial (Sistema Nervoso e Sensorial) foi estratégico destacar o corpo humano, e as relações que se estabelecem entre o corpo e o ambiente, ao demonstrar como o organismo responde aos estímulos.

Através das práticas simples sugeridas os fenômenos biológicos poderão ser percebidos pelos alunos, e associadas ao material disponibilizado previamente na plataforma digital e à problematização promovida pelo professor em sala de aula, os alunos conseguirão enfim interpretá-los.

Ao utilizar três formatos integrados: aulas expositivas dialogadas, práticas e ambiente remoto acredita-se que além de maximizar o processo de ensino e aprendizado possibilitará a inserção do discente na esfera digital – ambiente que a geração Z tem familiaridade e interesse.

Assim ao final desse trabalho sugere-se que estudos futuros sejam realizados quanto à aplicação da proposta elaborada ao ministrar fisiologia sensorial no ensino médio e que, a partir de dados coletados (quantitativos e qualitativos) possam ser avaliadas a sua aplicabilidade e efetividade na forma de aprender dos jovens nativos digitais. Mas, independentemente desses estudos, espera-se que o produto educacional promovido por esta presente pesquisa (sequência didática em formato de revista digital), venha contribuir como uma alternativa à metodologia clássica no ensino de fisiologia sensorial na educação básica.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, C. M.; Interaction of tetraethylammonium ion derivatives with the potassium channels of giant axons. **J Gen Physiol**, Nova York, v. 58, p. 413–437, 1971.
- AZHAR, K. A.; IQBAL, N. Effectiveness of Google Classroom: Teachers perceptions. **Prizren Social Science Journal**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 52-66, 2018.
- BARELL, J. **Problem-Based Learning. An Inquiry Approach**. Thousand Oaks: Corwin Press. 2007.
- BARRETT, T.; MOORE, S. **New Approaches to Problem-Based Learning. Revitalising your practice in higher education**. New York: Routledge, 2011.
- BASSO-ARÁNGUIZ, M. *et al.*. Propuesta de modelo tecnológico para *Flipped Classroom* (T-Flic) en educación superior. **Revista Electrónica Educare**, Costa Rica, v. 22, n. 2, p. 1-17, 2018.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 4. ed. Porto Alegre : Artmed, 2017.
- BECKER, E.K. *et al.*; Potencial de ação: do estímulo à adaptação neural. **Fisioter Mov.**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 535-547, 2011.
- BECKER, F. Saber ou ignorância: Piaget e a questão do conhecimento na Escola Pública. **Rev. Psicologia – USP**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 77-87, 1990.
- BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**, 2. ed. Revista e Ampliada. Porto Alegre: Penso, 2012.
- BRASIL. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, Brasília, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2000.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Mais Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2002.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica (volume 2), Brasília, 2006.
- BRASIL. **Portaria Normativa MEC nº 7**, de 5 de abril de 2007. Dispõe sobre as normas de conduta no âmbito da execução dos Programas do Livro. Brasília, 2007.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC)**. Documento homologado pela Portaria nº 1.570 do Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação, publicada no D.O.U. de 21 de dezembro de 2017, Seção 1, Pág. 146, Brasília, 2017.

- BUSNARDO, F.; LOPES, A.C. Os discursos da comunidade disciplinar de ensino de biologia: circulação em múltiplos contextos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 87-102, 2010.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed., São Paulo: Cortez, 2011.
- CATTERALL, W. A. *et al.*; The Hodgkin-Huxley Heritage: From Channels to Circuits. **The Journal of Neuroscience**, Washington, v. 32, n. 41, p. 14064-14073, 2012.
- CEMBRANEL, C. B.; SCOPEL, J. M.; Ensino híbrido e a construção da aprendizagem dos estudantes do ensino médio. **Scientia cum Industria**, Caxias do Sul, v. 7, n. 1, p. 12-15, 2019.
- COLETTI, P. M. C.; BATTINI, O.; MONTEIRO, E. Tecnologias da informação e comunicação e as metodologias ativas: elementos para o trabalho docente no ensino superior. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 798-812, 2018.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S., MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado, v.14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- FERNANDEZ DEL CASTRO, J. I.. Juventud: ¿ser quien es? **Ábaco: Revista de Cultura y Ciencias Sociales**, Gijón, v. 4, n. 66, p. 21-67, 2010.
- FLORIM, Mafalda Quintas. **A ferramenta google docs na promoção da autonomia do aprendente de PLE e a atualização do perfil do professor de PLE**, Repositório Aberto da Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/72516>, acesso em 25/02/2020.
- FRANZE, F.; GUCK, J.; The biophysics of neuronal growth. **Reports on Progress in Physics**, Bristol, v. 73, n. 9, 2010.
- FREIRE, Jeronimo Agostinho. **Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia**. 2018-2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Faculdade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GERHARD, A. C.; FILHO, J. B. R.; A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, Cuiabá, v.17, n. 1, p. 125-145, 2012.
- GADOTTI, M.. **Boniteza de um sonho: Ensinar-e-aprender com sentido**. Novo Hamburgo: Feevale, 2003.
- GOOGLE INC.. **Prévia da App Store/Google Classroom - Instantâneo. Sem papel. Fácil**. São Paulo, Copyright © 2020 Apple Inc. Disponível em:

<https://apps.apple.com/br/app/google-classroom/id924620788>. Acesso em: 18 mar. 2020.

HILLE, B.; Pharmacological modifications of the sodium channels of frog nerve. **J Gen Physiol**, Nova York, v. 51, p. 199–219, 1968.

HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.; Resting and action potentials in single nerve fibres. **J. Physiol.**, Londres, v. 104, p. 176-195, 1945.

HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.; Currents carried by sodium and potassium ions through the membrane of the giant axon of loligo. **J. Physiol.**, Londres, v. 116, p. 449-472, 1952.

HODGKIN, A. L.; HUXLEY, A. F.; A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. **J. Physiol.**, Londres, v. 117, p. 500-544, 1952.

JUNIOR, Cleto Edsel Llanque Miranda. **O uso dos mapas conceituais como recurso didático no ensino de biologia**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Faculdade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

LAMBROS, A. **Problem-Based Learning in K-8 Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2005.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 3 ed. São Paulo: Editora 34 LTDA., 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.. **Biologia Hoje**. 3 ed.. São Paulo: Editora Ática, 2016.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LOPES *et al.*; A observação de joaninhas [*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), Coleoptera, Coccinellidae] como ferramenta de alfabetização científica em uma Escola de Educação Infantil. **REnBio**, Niterói, v. 11, n. 2, p. 20-33, 2018

LUMPKIN, E. A.; CATERINA, M. J.; Mechanisms of sensory transduction in the skin. **Nature**, Londres, v. 445, p. 858-865, 2007.

LUMPKIN E. A.; MARSHALL K. L.; NELSON A. M.; The cell biology of touch. **JCB**, Nova York, v. 191, n. 2, p. 237–248, 2010.

LYNETTE A. JONES, L. A.; SMITH A. M.; Tactile sensory system: encoding from the periphery to the cortex. **Wiley Periodicals, Inc.**, Hoboken, v. 6, p. 279–287, 2014.

MARTINS, J. L.; SILVA, B.; A construção da autonomia no processo educativo: o que pensam os participantes de um curso de especialização em coordenação pedagógica. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, n.12, v. 02, p. 1143-1161, 2014.

MARSULO, M. A. G.; SILVA, R.M.G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 4, n. 3, 2005.

MARTIMBIANCO, A. L. C. *et al.*, Efeitos da Propriocepção no processo de reabilitação do quadril. **Acta Ortop. Bras.**, São Paulo, v.16, n. 2, p. 112-116, 2008.

MERLO, S. *et al.*; O ciclo da vesícula sináptica, espinhos dendríticos, e a transdução de sinais. **Rev Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v.44, n. 2, p. 157-171, 2011.

MORAES, M. C.. **O Paradigma Educacional Emergente**. 13 ed.. Campinas: Papyrus, 2007.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papyrus, 2000.

MORAN, J. M. **A Educação Que Desejamos: Novos Desafios e Como Chegar Lá**. Campinas: Papyrus, 2007.

MORAN, J. M.. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias Contemporâneas**, Ponta Grossa, v.2, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, C. Neurônio. **Rev. Ciência Elem**, Porto, v. 1, n. 01, p. 1-3, 2013.

MOUJAHID, A.; D'ANJOU A.; TORREALDEA, F. J.; Energy and information in Hodgkin-Huxley neurons. **Physical Review E**, Nova York, v. 83, 2011.

OCDE - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico/PISA. **Resultados do PISA 2018: Indicadores de destaque**. Paris, 2019. Disponível em: <http://gpseducation.oecd.org> - Acesso em: 16 abr. 2020.

OLIVEIRA, A. D.; SCHERER, S.; O papel do professor formador em uma ação de formação: uma experiência na abordagem construtivista. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 7, n. 2, p. 97-114, 2013.

OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. **Netter: histologia essencial**, tradução Marcelo Narciso. 2. ed. Rio de Janeiro : Elsevier, 2014.

PENFIELD, W; BOLDREY E.; Somatic motor and sensory representations in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation, **Brain**, v. 60, n.4, p. 389-443, 1937.

PEREIRA, W. M. O. *et al.* Pesquisa e Ensino: possibilidades interativas no processo escolar. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Lajeado, v.8, n.3, p. 83-96, 2018.

PLATAO, **Diálogos I. Teeteto, Sofista, Protágoras** (Português), São Paulo/SP, Ed. Edipro - 1ª Edição – 2007.

REIS, E. V.; TOMAÉL, M. I. A geração Z e as plataformas tecnológicas. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 22, n. 2, p.371-388, 2017.

- REIS, Sandra Onorata da Paixão. **Contribuição de Paulo Freire para o ensino-aprendizagem de Biologia: os temas geradores como procedimento dialógico de compreensão do todo da vida (Bíos)**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia). Faculdade Federal de Juiz de Fora – Campus GV. Governador Valadares, 2019.
- REMPEL; C. *et al.*. Vivência de docentes participantes do Projeto Qualifica/Univates/Lajeado/RS com Metodologias Ativas. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 9, n.19, p. 39-50, 2016.
- ROCHA, F. **Correntes pedagógicas contemporâneas**. 2. ed. Aveiro: Estante, 1988.
- ROSA, Glaucia Silva da. **Reconstrução de Sentidos sobre as Tecnologias Digitais na Formação Docente**, 115s. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro Universitário La Salle, Canoas, 2016.
- ROUDAUT, Y. *et al.*, Touch sense: Functional organization and molecular determinants of mechanosensitive receptors. **Landes Bioscience**, Austin, v. 6, n. 4, p. 234-245, 2012.
- SCHARF, E. R.; ROSA, C. P.; OLIVEIRA, D.; Os hábitos de consumo das gerações y e z: a dimensão ambiental nos contextos familiar e escolar. **Contextus**, Fortaleza, v.10, n.1, p. 48-60, 2012.
- SENNA, L. A. G.; Formação docente e educação inclusiva. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 133, p. 195-219, 2008.
- SIBILIA, P. A escola no mundo hiper-conectado: Redes em vez de muros? **Matrizes**, v.5, n.2, p. 195–212, 2012.
- SILVA, Aline Miranda da. **Projeto Lagoa Paulino: O estudo de suas condições ecológicas através de uma abordagem investigativa**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Faculdade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- SILVA, J. B.; SILVA, D. O.; SALES, G. L. Modelo de ensino híbrido: a percepção dos alunos em relação à metodologia progressista x metodologia tradicional. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, a. 10, v. 2, p. 102-118, 2018.
- SILVA, J. I.; MOREIRA, E. M. S. Saber cotidiano e saber escolar: uma análise epistemológica e didática. **R. Educ. Públ.**, Cuiabá, v. 19, n. 39, p. 13-28, 2010.
- SILVA; R. P.. A escola enquanto espaço de construção do conhecimento. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, n. 139, 2012.
- SILVERTHORN, D. U.. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SOMMERMAN, A.. **Inter ou transdisciplinaridade?** São Paulo: Paulus, 2006.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A.; Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicional – aspectos gerais. **Rev. Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

SOUZA, J. M. P.; SENNA, L. A. G. Lugar de aluno é na escola que desenvolva conhecimentos. **Revista Exitus**, Santarém, v. 7, n. 1, p.269-288, 2017.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON B. **Princípios de anatomia e fisiologia**; tradução Ana Cavalcanti C. Botelho... [et al.] 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

VARELA, A. V.; BARBOSA, M. L. A.; FARIAS M. G. G. Ferramentas cognitivas, ambientes modificadores, medição e construção do conhecimento: potencializando a cognição do sujeito social na perspectiva do aprender. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 198-209, 2014.

VIEIRA, M. M. Educação e Novas Tecnologias: o papel do professor nesse cenário de inovações. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, n. 128, p. 95-102, 2012.

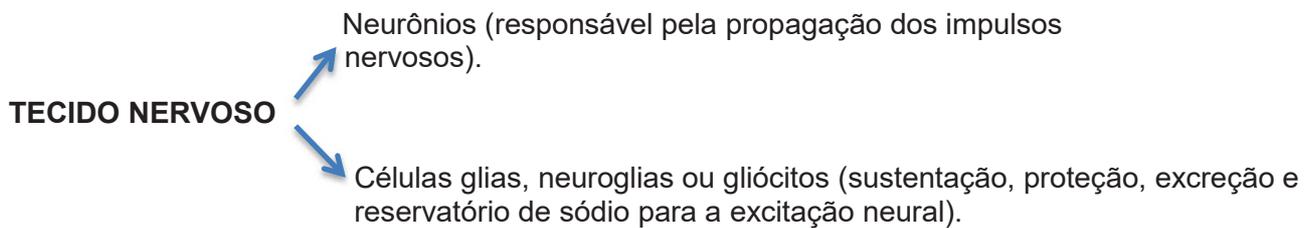
WERNECK, V. R. Sobre o processo de construção do conhecimento: O papel do ensino e da pesquisa. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.14, n. 51, p. 173-196, 2006.

YOUNG, M. “Para que servem as Escolas?” **Educ. Soc.**, Campinas, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, 2007.

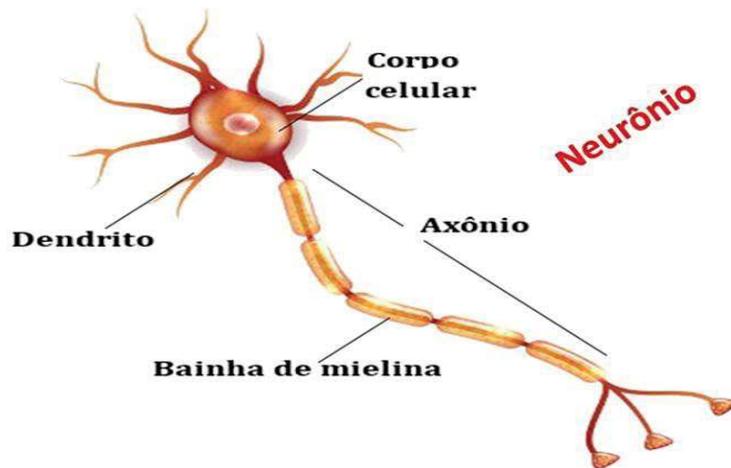
APÊNDICE A – Material de apoio

SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso é responsável pelo ajustamento do organismo ao ambiente. Sua função é perceber e identificar as condições ambientais externas, bem como as condições reinantes dentro do próprio corpo e elaborar respostas que adaptem a essas condições.



NERÔNIO



BAINHA DE MIELINA:

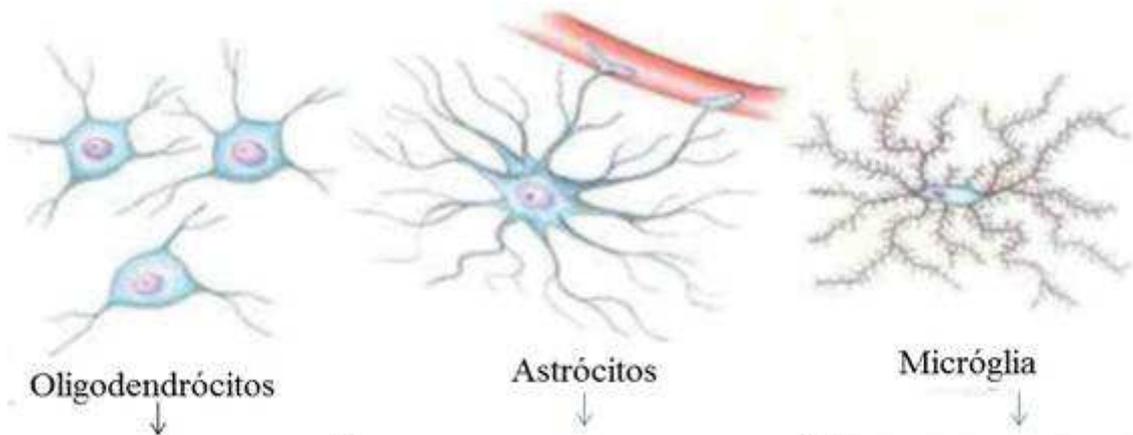
- De natureza lipídica;
- Protege o axônio;
- Acelera a velocidade da condução do impulso nervoso;
- Funciona como isolante térmico.

CONDUÇÃO DO IMPULSO NERVOSO

Os estímulos se propagam no sentido: Dendrito → corpo celular → axônio

Quanto à propagação do potencial de ação para outros neurônios, essa é processada em uma região de comunicação intercelular - **as sinapses**, que são locais morfologicamente constituídos por um pequeno espaço de cerca de 20 nm (fenda sináptica), existente entre o botão terminal da célula pré-sináptica e a membrana da célula pós-sináptica.

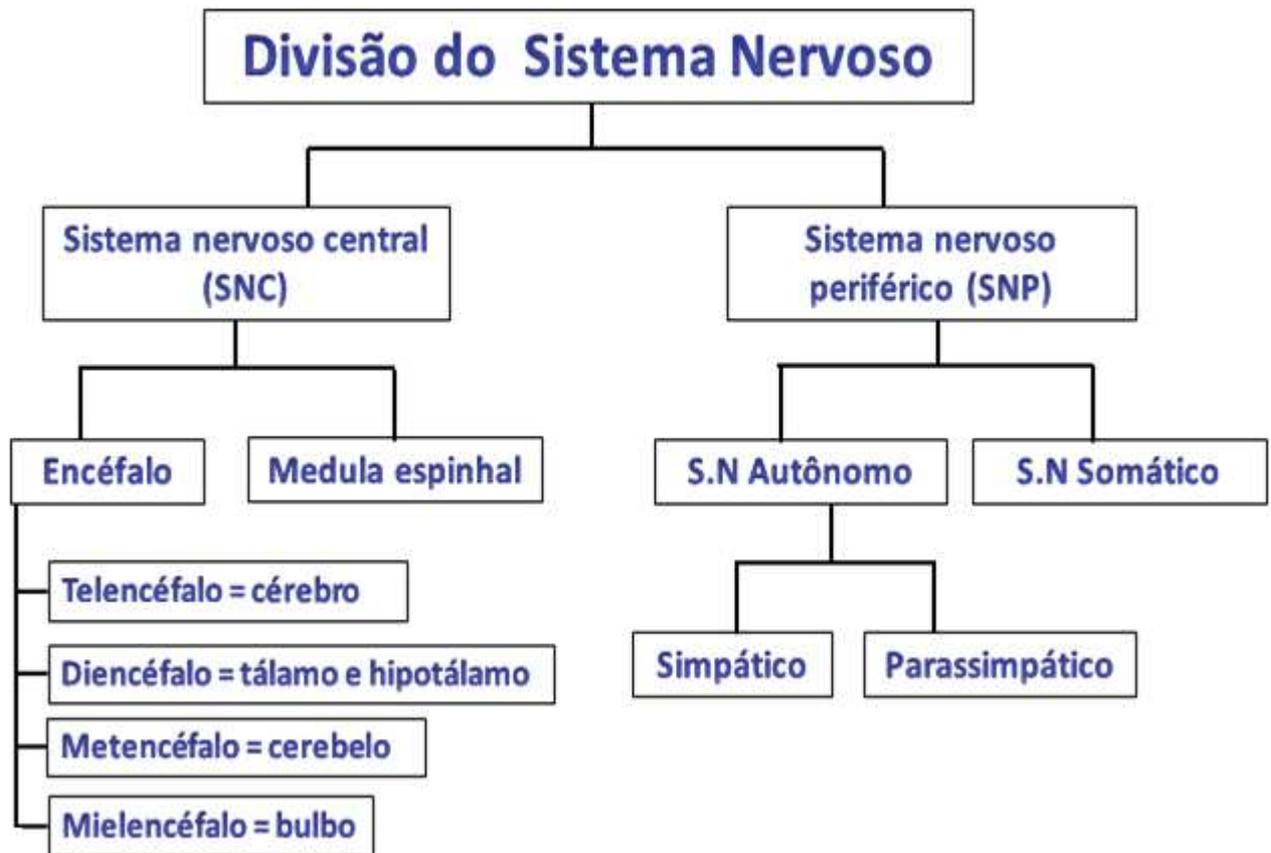
NEURÓGLIA OU GLIA



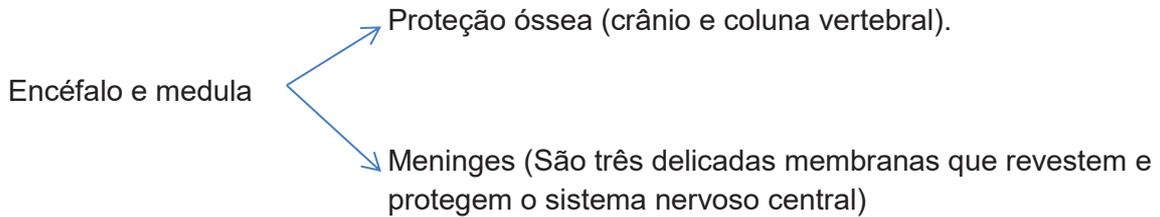
Oligodendrócitos
 ↓
 Revestimento dos axônios formando a bainha de mielina dos neurônios presentes no sistema nervoso central

Astrócitos
 ↓
 Liga os neurônios aos capilares sanguíneos. Função: manutenção do tecido nervoso e sustentação dos neurônios.

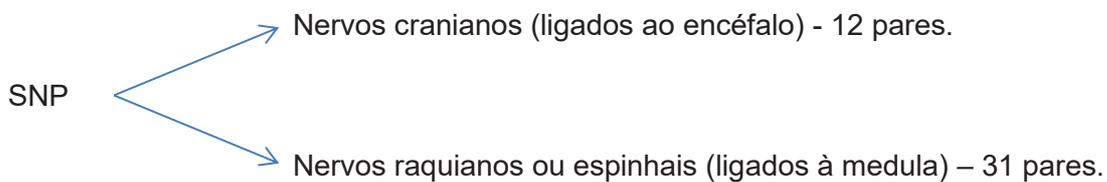
Micróglia
 ↓
 Defesa (realizam a fagocitose) Participam da reparação do tecido nervoso através da fagocitose de resíduos e estruturas danificadas.



SISTEMA NERVOSO CENTRAL



SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO



Nervos:

- ✓ **Sensitivos ou aferentes (contém apenas neurônios sensitivos):** transmitem ao cérebro as impressões colhidas na superfície do corpo.
- ✓ **Motores ou eferentes (contém apenas neurônios motores):** conduz a resposta elaborada pelos centros nervosos a um órgão, geralmente músculo.
- ✓ **Mistos (contém neurônios sensitivos e motores):** levam e trazem estímulos dos centros nervosos.

Gânglios nervosos

- Aglomerado de corpos celulares de neurônios encontrados fora do sistema nervoso central.

Terminações Nervosas

- Captam estímulos do meio interno ou externo e os levam para o sistema nervoso central.

DIVISÃO DO SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

Sistema Nervoso Voluntário (somático): Formado por nervos motores que conduzem impulsos do sistema nervoso central (SNC) à musculatura estriada esquelética.

Ações conscientes: andar, falar, pensar, movimentar um braço, etc.

Sistema Nervoso Autônomo (vegetativo ou visceral)

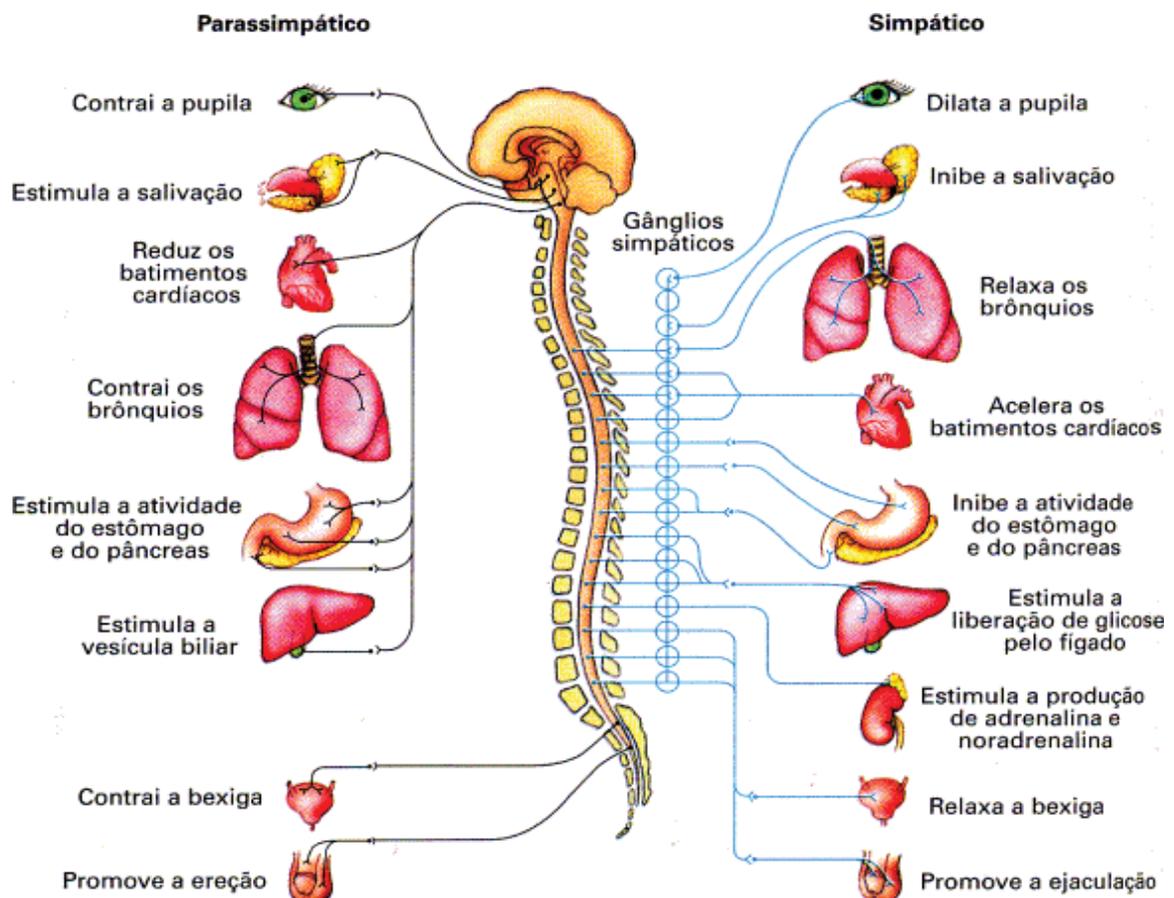
Ações inconscientes: controle da digestão, batimentos cardíacos, movimento das vísceras, etc. Dividido em:

- **Sistema Nervoso Simpático:** Prepara o organismo para o estresse (instinto de fuga ou luta).
- **Sistema Nervos Parassimpático:** Estimula atividades relaxantes (repouso).

As fibras simpáticas liberam nos órgãos sobre os quais atuam um mediador químico denominado noradrenalina, sendo por isso chamadas de adrenérgicas. A medula da supra-renal libera adrenalina e noradrenalina na circulação sistêmica quando estimulada por neurônio pré-ganglionar simpático.

As fibras parassimpáticas liberam como mediador químico a acetilcolina, sendo, por isso, também denominadas colinérgicas.

➡ Ações antagônicas no organismo - Garantindo a homeostase



APÊNDICE B – Material de apoio

FISIOLOGIA SENSORIAL - COMO FUNCIONA O CORPO HUMANO?

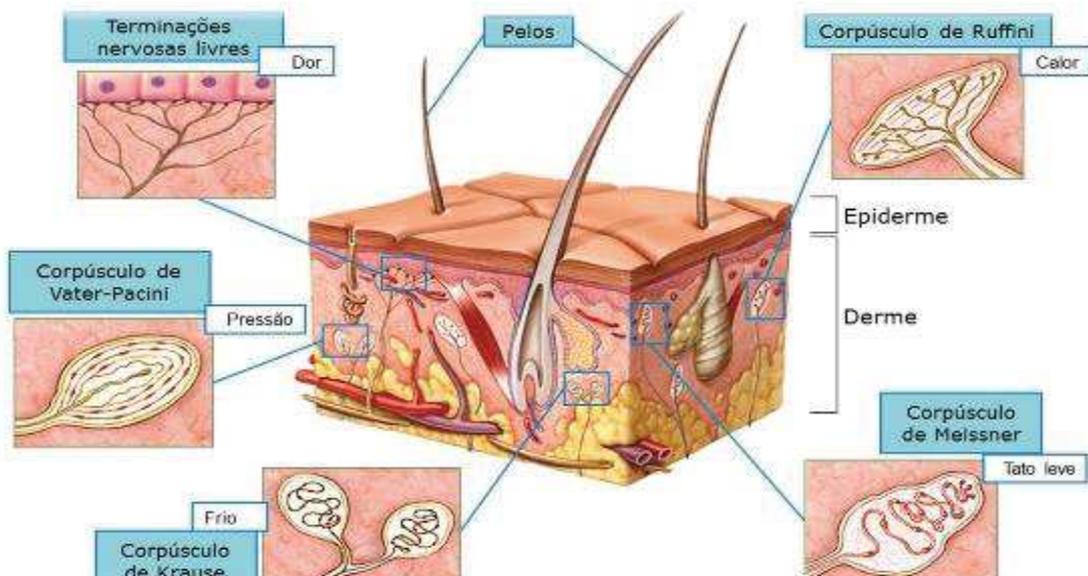
Sentindo o mundo através da somestesia

Ter a sensibilidade (= *aesthesia*) sobre as diferentes partes do corpo (= *soma*) significa estar dotado do sentido chamado **somestesia**. Esse sentido tem receptores sensoriais distribuídos não só na cabeça, mas em todas as partes do corpo. Pode ser reconhecido através das 4 submodalidades somestésicas: **dor**, **tato**, **temperatura** e **pressão**.

A pele

É ela que protege do ambiente externo funcionando como se fosse uma capa à prova de água, resistente, flexível, ainda por cima, lavável! Além disso, é o maior órgão sensorial do nosso corpo: através dela detectamos o mais leve toque das patas de um inseto ao caloroso aperto de mão. Sabemos se o ambiente está quente ou frio e se um determinado estímulo físico ou químico está para causar uma lesão. Combinando todas essas sensações, podemos examinar as características de um objeto: sem vê-lo, podemos enfiar a mão dentro do bolso e distinguir uma chave de uma moeda. Os olhos, as orelhas e o nariz detectam estímulos sensoriais à distância, mas a pele como órgão sensorial precisa interagir diretamente com a fonte de estímulo. Podemos ver e ouvir uma pessoa à distância, cheirar o seu perfume, mas o contato direto estabelecido com ela, através do aperto de mão ou de um abraço, parece proporcionar-nos a certeza incontestável da sua presença.

Órgãos sensoriais da pele: os receptores que detectam estímulos mecânicos



O sentido do tato corresponde à capacidade que temos de perceber as características dos objetos que tocam a nossa pele como o abraço, o vento, a vibração de um motor, etc. Há vários tipos de receptores sensoriais mecânicos de forma que o nosso cérebro pode reconhecer a textura e a forma de um objeto, quando o manipulamos com as mãos ou com

a língua. Assim, os estímulos mecânicos suaves como um roçar de uma pena são detectados por receptores superficiais; já a sensação de pressão sobre a pele, pela estimulação de receptores mais profundos. Finalmente, a sensação de vibração é causada por receptores sensíveis a estímulos repetitivos e rápidos.

Há dois tipos de pele: com e sem pelos (como os lábios, as palmas das mãos e planta dos pés) como mostra a figura de cima e a tabela abaixo, a relação dos receptores sensoriais, a natureza do estímulo e a sensação que causa. A tabela abaixo mostra os tipos de receptores cutâneos, os tipos de estímulos e as sensações que percebemos.

	NOME DO RECEPTOR	ESTÍMULO	SENSAÇÃO
	Corpúsculo de <u>Meissner</u>	Vibração (20-40 Hz)	Toque rápido
	Terminação do Folículo Piloso	Deslocamento do pelo	Movimento, direção
	Terminações de Ruffini	Estímulo térmico	Calor
	Corpúsculo de <u>Krause</u>	Estímulo térmico	Frio
	Corpúsculo de <u>Paccini</u>	Vibração (150-300 Hz)	Vibração
	Terminações livres	Estímulos mecânicos, térmicos e químicos intensos.	Dor

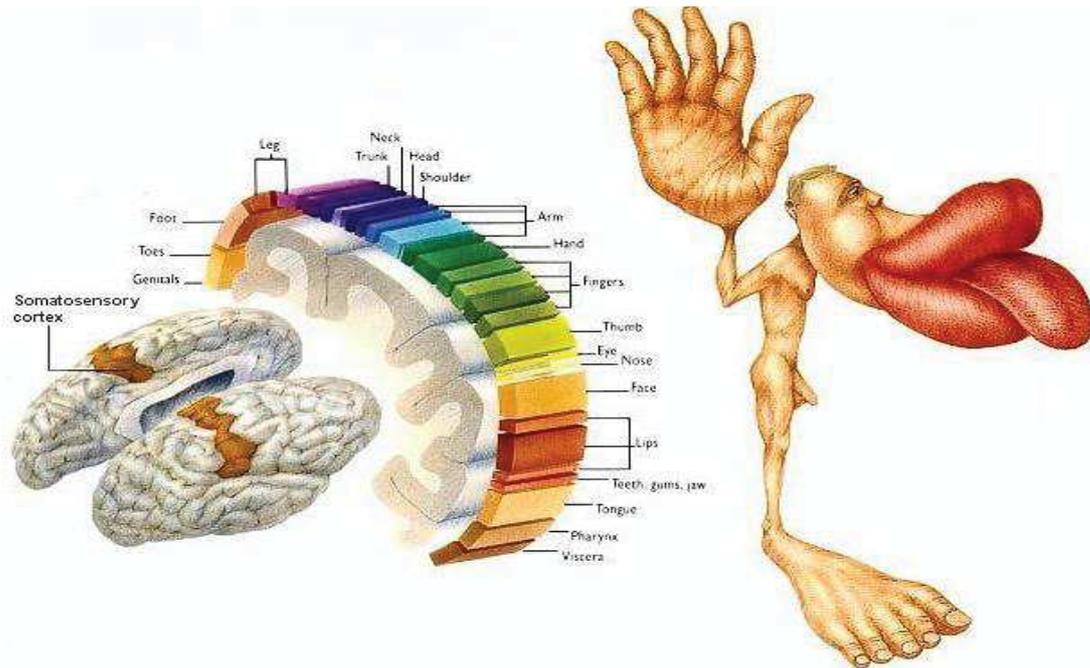
Há receptores que respondem apenas a estímulos passageiros (Pacini e de Meissner), ou seja, só quando o estímulo está sendo aplicado ou removido ou variando constantemente. Esses são conhecidos como receptores de **adaptação rápida**, pois se o estímulo perdurar, teremos a sensação de que o estímulo está ausente. Fique de olhos fechados e concentre-se sobre uma região do seu corpo com e sem roupa. Sem passar a mão sobre essas regiões e valendo-se apenas o sentido cutâneo, você pode identificar as diferenças claramente? Não? De fato, o contato constante da roupa sobre a pele provoca a adaptação dos receptores e, se estivermos de olhos fechados, teremos a impressão de que ela nem está sobre o nosso corpo. Outros receptores (Merkel e de Ruffini) respondem continuamente à presença de estímulos, por isso, são chamados de receptores de **adaptação lenta**.

Cada receptor envia a informação para o cérebro, separadamente, por meio de uma **via rotulada** de neurônios. As sensações somáticas da cabeça e do resto do corpo chegam ao sistema nervoso central até as áreas cerebrais do córtex (**córtex somatossensorial**). Nas áreas associativas do córtex, é que realmente, ficamos sabendo sobre as características dos objetos que examinamos com as mãos ou que interage com a superfície da pele.

A sensibilidade cutânea é a mesma em todo o corpo?

Cada receptor sensorial possui um campo de recepção do estímulo que corresponde a sua área de inervação. O tamanho do campo de recepção varia conforme a região do nosso corpo: nas mãos e na face, são pequenos e numerosos em relação a outras partes do corpo que são grandes.

Uma consequência disso é o cérebro possuir uma representação do nosso corpo de forma distorcida (maior estereoaquidade dos dedos e lábios). Essa região do cérebro é o córtex somatossensorial, 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 homenzinho engraçado - 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.



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

Que tal você mesmo verificar, se a teoria sobre o homúnculo sensorial é correta, através de simples experiências!

Disponível em:
https://www2.ibb.unesp.br/museu_escola/2_qualidade_vida_humana/museu2_qualidade_corpo_sensorial_somestesia1.htm
 Acesso em: 21 set. 2019.

APÊNDICE C – Roteiro de práticas

ROTEIRO DE PRÁTICA – TECIDO NERVOSO FISIOLOGIA SENSORIAL – SISTEMA NERVOSO

ADAPTADO DE SILVIA M NISHIDA

A sensibilidade cutânea é a mesma em todo corpo?

1ª prática: Sensibilidade álgica

Com auxílio de um lápis, toque a superfície cutânea da mão, alternadamente com a extremidade pontiaguda e rombuda; solicitar ao voluntário fechar os olhos e quando ele for tocado com uma ou outra ponta perguntá-lo o que está sentido para que ele possa reconhecer a sensação. Em seguida, alterne a estimulação em várias regiões da mão (dedos, palma, e dorso da mão), perguntando se está sendo estimulado com a parte romba ou pontiaguda.

Anote com sinal + ou -, conforme a resposta. Acerto (+) /Erro (-)

	Pontiaguda	Romba
Dedo polegar		
Dedo indicador		
Palma da mão		
Dorso da mão		

2ª prática: Discriminação entre dois pontos

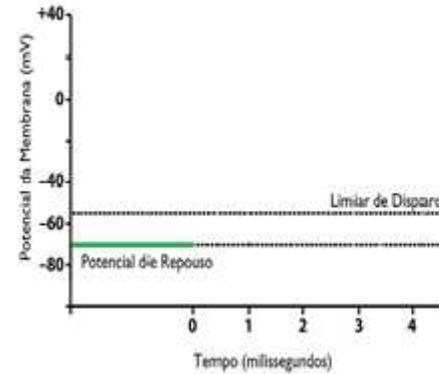
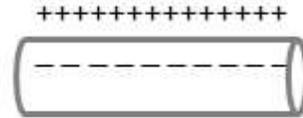
Ajuste os braços do paquímetro (ou do compasso) para que as pontas fiquem com 3mm; inicie as estimulações cutâneas, aplicando as duas pontas do paquímetro **simultaneamente** nas regiões indicadas na tabela abaixo. A cada estimulação consulte o voluntário: *Você discrimina um ou dois pontos?* Anote as resposta na tabela abaixo (1 ou 2).

Local de estimulação	Distância entre dois pontos			
	3mm	5mm	10mm	50mm
Dedo indicador				
Dedo médio				
Dedo polegar				
Palma da mão				
Antebraço				
Braço				
Costas				

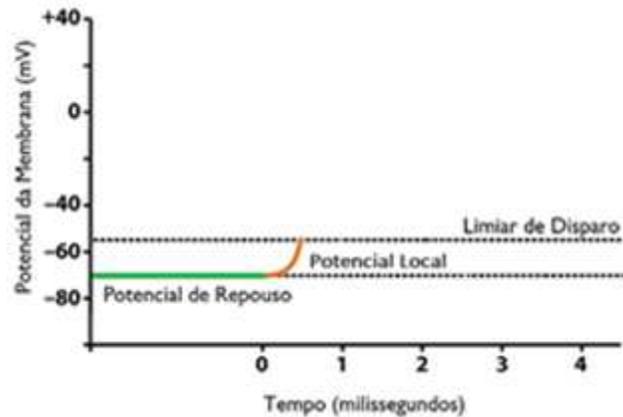
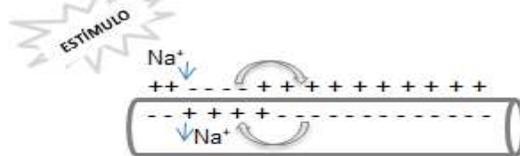
Análise dos resultados: Que conclusão pode chegar com os resultados obtidos? Os resultados foram compatíveis em relação ao que prevê o homúnculo sensorial? Comente.

APÊNDICE D – Material de Apoio: Principais eventos relativos à sensibilidade

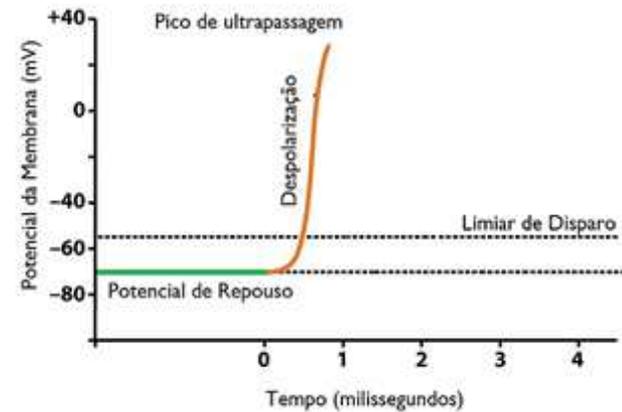
1- Membrana celular em potencial de repouso (-70 mV)



2- Estímulo despolarizante aumentando a condutância de íons Na+. A membrana despolariza até o limiar de excitabilidade (-55mV).

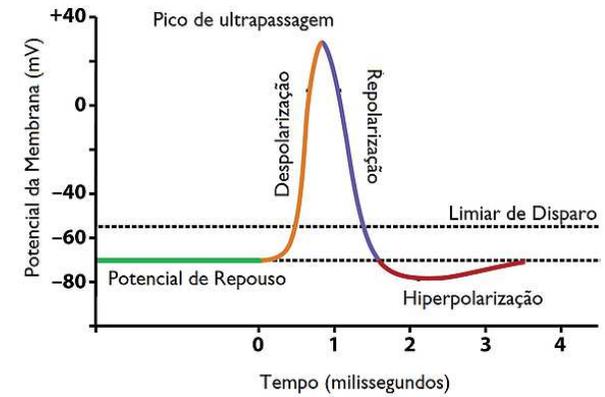
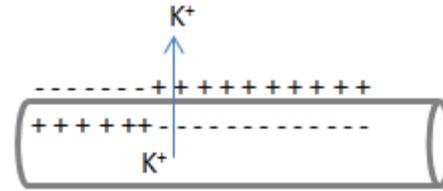
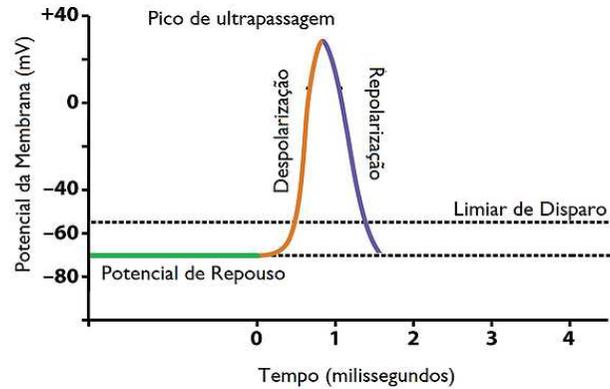


3- Ao atingir o limiar de excitabilidade (-55mV) canais de Na⁺ voltagem-dependentes se abrem rapidamente favorecendo a entrada abrupta de íons Na⁺ na célula. A célula se despolariza chegando a um potencial de membrana de +40mV (pico), onde canais de Na⁺ se inativam e canais de K⁺ voltagem-dependentes se abrem.

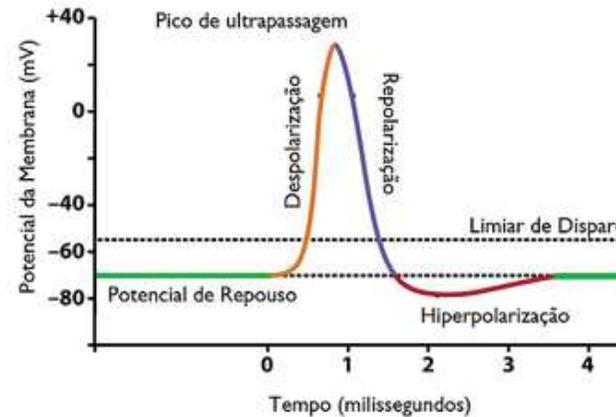
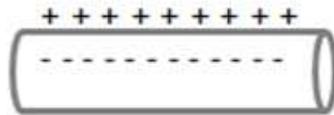


4- Com os canais de K^+ voltagem-dependentes abertos, os íons de k^+ se movem para fora da célula, repolarizando-a.

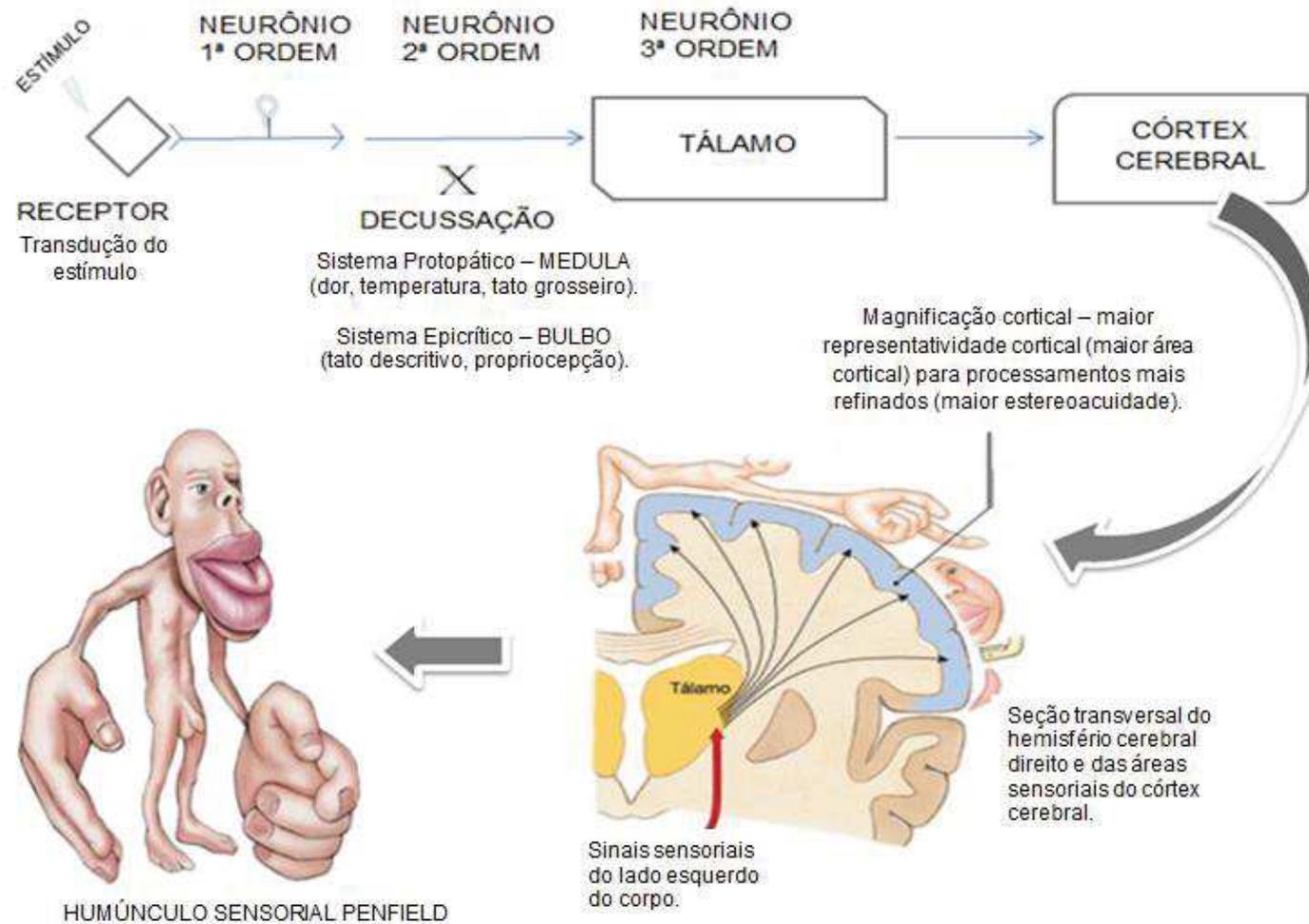
5- Canais de k^+ continuam abertos e mais k^+ saem da célula, hiperpolarizando-a



6- Os canais de K^+ voltagem-dependentes se fecham e menos k^+ sai da célula. A célula retorna à sua permeabilidade iônica de repouso e ao potencial de repouso.



7- O potencial de ação, após deflagrado, é conduzido pelas fibras nervosas sensitivas dos neurônios de primeira, segunda e terceira ordem até o SNC para ser processado.



Fonte: Penfield e Boldrey (1937) e Silverthorn (2017, p. 320). Adaptado por MELO, 2020.