



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA**



**QUANDO O SISTEMA IMUNOLÓGICO É O INIMIGO: O USO DE
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ESTUDO DE
DOENÇAS AUTOIMUNES**

PRISCILA FIGUEIREDO DE ARROXELLAS

**Rio de Janeiro
2022**

PRISCILA FIGUEIREDO DE ARROXELLAS

**QUANDO O SISTEMA IMUNOLÓGICO É O INIMIGO: O USO DE
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ESTUDO DE
DOENÇAS AUTOIMUNES**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador (a): Dr^a. Jennifer Lowe

Rio de Janeiro

Agosto de 2022

CIP - Catalogação na Publicação

779q Arroxellas, Priscila Figueiredo
Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes / Priscila Figueiredo Arroxellas. -- Rio de Janeiro, 2022.
79 f.

Orientadora: Jennifer Lowe.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2022.

1. Ensino de Biologia. 2. Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. 3. Portal de Periódicos da CAPES. 4. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
I. Lowe, Jennifer, orient. II. Título.

Priscila Figueiredo de Arroxellas

Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes.

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: **29 de agosto de 2022,**

Por:

Assinatura presidente:  _____

Nome do(a) orientador(a): Dr^a. Jennifer Lowe

Título: Doutorado em Ciências Biológicas- Biofísica

Instituição à qual é vinculado(a): Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/Universidade Federal do Rio de Janeiro

Assinatura: _____

Nome completo: Dr^a. Aline Cordeiro Fernandes Ladeira

Título: Doutorado em Ciências Biológicas - Fisiologia

Instituição à qual é vinculado(a): Fundação Pró-Coração (Fundacor)/ Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad - MS/INTO

Assinatura: _____

Nome completo: Dr^a. Glaecir Roseni Mundstock Dias

Título: Doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica)

Instituição à qual é vinculado(a): Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro
Agosto de 2022

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mestrando: Priscila Figueiredo de Arroxellas

Título do TCM: Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes

Data da defesa: 29 de agosto de 20222

Sou graduada em licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro há 25 anos e desde então atuo na educação básica. Leciono Biologia para o Ensino Médio na rede estadual do Rio de Janeiro há 24 anos e no município de São Gonçalo, dou a aulas de Ciências para o segundo segmento do Ensino Fundamental.

O Profbio foi um divisor de águas na minha vida. Eu que estava acomodada na minha prática docente, esperando pela aposentadoria, levei um verdadeiro choque de realidade. Confesso que a trajetória nesses dois últimos anos foi bem difícil, pois além de muito conteúdo atualizado distribuídos em 3 tópicos de 10 aulas cada, mais as disciplinas de metodologia, de tópicos especiais, as optativas, os 3 ASAs, teve uma pandemia no meio do caminho que mudou o trajeto de muitas vidas. Foi uma verdadeira imersão acadêmica em meio ao caos.

Estou escrevendo este relato, quase no final da escrita desta dissertação, confesso que o cansaço é grande, mas a sensação de dever cumprido é indescritível, sei que ainda falta a defesa para eu ser uma mestra, mas tenho fé.

A minha prática em sala de aula melhorou muito, tanto nas turmas de Ensino Médio como nas turmas de Ensino Fundamental, a minha vontade de lutar por uma educação de qualidade aumentou. Alguns colegas de escola perceberam como saí da zona de conforto e estou muito mais atuante e motivada para participar dos projetos das escolas. O Profbio me trouxe um novo vigor na vida pessoal e profissional.

Foi muito interessante trabalhar com novas metodologias, nesse tempo todo de prática na educação básica nunca havia trabalhado com uma sequência didática e produzido um produto educacional que estará disponível para outros professores usarem em suas aulas. Conhecer outros colegas de profissão que viraram alunos como eu, foi muito enriquecedor, pois trocamos muitas experiências e nos demos as mãos em momentos muito difíceis. E aprendi muito com os professores do programa, principalmente da UFRJ e em especial com a minha orientadora.

Eu que tinha a previsão de me aposentar na rede estadual no ano de 2023, assumi um compromisso com o Profbio e com a Capes de ficar mais 5 anos após a certificação, fui bolsista, devo me aposentar somente no ano de 2027. Vou cumprir esses 5 anos a mais com prazer e acreditando que o mestrado profissional foi um marco em minha vida e que posso, sempre que possível, adquirir novos conhecimentos.

Dedico essa dissertação a luz da minha vida,
a minha família

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste Trabalho de Conclusão de Mestrado não seria possível sem algumas pessoas que estão presentes na minha vida: umas sempre estiveram nela, outras há muito tempo estão e tem aquelas que cruzaram o meu caminho no decorrer desses dois anos e meio de Profbio, mas todas fundamentais.

Agradeço ao meu filho Gustavo, por me dar tanta força, por acreditar na mãe, por ser meu assessor de assuntos aleatórios e tecnológicos também. Que homem!!! Muito obrigada a minha Juliana, o meu doce de coco, a minha adolescente tão questionadora, mas ao mesmo tempo tão disciplinada (não sei se essa é a palavra que cabe aqui), basicamente, uma Priscila *teen*. Filhos, vocês são a minha melhor produção. Meu muito obrigada ao meu marido, companheiro e amigo Sandro, sempre com uma palavra de conforto e consolo nos momentos mais difíceis da trajetória Profbio e tenho orgulho de dizer que ressignificamos a nossa união nesses dois últimos anos. Sou muito grata aos meus enteados Ana Carolina e Adriano, filhos do coração e a minha netinha Victoria, também do coração, pelos momentos de distância que acabei impondo à família. A minha tia Vanda que mesmo longe sempre foi muito presente, acreditando, me incentivando, muito, muito obrigada.

Sou grata pelo dom da vida que meus pais me deram.

Muito obrigada à minha avó Wanda (*in memoriam*), minha segunda mãe. Apesar de nos deixar há 20 anos, pensei e sonhei muito com ela nesses dois anos que se passaram. Acho que estava me dando força lá de outro plano.

Agradeço aos meus familiares que torceram por mim.

Agradeço a professora Jennifer Lowe, minha orientadora. Obrigada pela sua generosidade, por sua prontidão e paciência. Eu, que não tenho o mínimo traquejo acadêmico, encontrei nela o apoio que precisava. Se não fosse ela, nem sei o que seria de mim, a sua orientação foi fundamental para a construção deste TCM.

“A vida é a arte do encontro, embora haja tanto desencontro pela vida” (MORAES; POWELL, 1965), penso nas palavras de Vinícius quando lembro das minhas companheiras de trabalhos, de estudos, de trocas de ideias, de desabafos, etc..., nem sei como seria a minha incursão acadêmica sem as amigas que encontrei: Amanda, Angélica, Carina, Lu Messias e Rosilane. Que mulheres fantásticas. Nosso grupo se formou para o tópico 3 do tema 1 quando “viajamos” num corte histológico de um tecido muscular esquelético, achando que era um neurônio. Momentos que nunca mais sairão da minha cabeça e do meu coração. Muito obrigada, meninas. Amei conhecer vocês.

Agradeço a Luciana Vieira pela representação, por estar sempre disposta a ajudar. Agradeço a Suelen sempre atenta, organizada e agregadora. Também sou grata a todos os outros colegas da turma do Profbio UFRJ/2020, sofremos juntos, torcemos uns pelos outros, reclamamos, vibramos...Pessoas fenomenais.

Agradeço aos colegas de outros pólos pela troca de materiais para a escrita do TCM e para estudo dos tópicos.

Agradeço a minha amiga desde os tempos da Rural, onde nos formamos em Biologia; Maria Cláudia foi fundamental e necessária, este TCM tem um pouquinho dela, foram muitas sugestões e ideias. Graças a ela, saí da inércia e comecei a escrever o projeto. Muito obrigada por me ouvir, pelos conselhos e pelas trocas. Pessoa fantástica

Agradeço a nova amiga, Aline do Profbio/UERJ. Pessoa sempre disposta a te dar a mão, que me ajudou muito no estudo das provas de qualificação, me incluiu no seu grupo de estudo. Garota alto astral. Muito obrigada.

Agradeço aos outros amigos que não citei, mas que também são essenciais. Muito obrigada por estarem na minha vida.

Agradeço aos colegas de trabalho, às direções e coordenações pedagógicas das duas escolas que trabalho.

O meu muito obrigada à professora Christianne Bandeira de Melo pela revisão da cartilha.

Grata a Iris pelas lindas ilustrações da cartilha de Imunologia.

Agradeço aos professores do Profbio/UFRJ pelas aulas, pelas sugestões, pelas revisões. Muito obrigada. São muitos, não vou colocar aqui pois corro o risco de esquecer alguém. Foram 30 tópicos, 3 AVAs, 2 tópicos especiais, 3 eletivas, metodologia da pesquisa, introdução ao AVA. Quanta coisa nova, eu aprendi. Quanto conhecimento novo. Foram muitos doutores (no real sentido da palavra) que atravessaram o meu caminho.

Agradeço a coordenadora do Profbio/UFRJ, professora Margarete Macedo e a vice coordenadora professora Cassia Sakuragui.

O delineamento final do meu TCM se deu depois da pré-defesa. Agradeço a aos membros titulares da banca na ocasião por todas as dicas para que eu pudesse dar um fechamento à minha dissertação. As professoras Aline Cordeiro e Narcisa Leal me deram esse “empurrão”, muito obrigada. Agradeço, também, a revisão final realizada pelo professor Fábio Mendes.

Agradeço aos professores que aceitaram fazer parte da minha banca: Dr.^a Aline Cordeiro, Dr.^a Glaecir Dias, Dr.^a Hellen Jannisy, Dr Fábio Mandes e claro, a presidente da banca, Dr.^a Jennifer Lowe. Muito obrigada.

Obrigada a CAPES pelo apoio financeiro, este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

*“A função da educação é ensinar a pensar intensamente
e pensar criticamente. Inteligência mais caráter:
esse é o objetivo da verdadeira educação”
Martin Luther King Jr*

RESUMO

A promoção da saúde é um tema que sempre esteve no imaginário e desperta muito o interesse dos estudantes, justamente, pela facilidade de contextualização com o seu cotidiano, mas “doenças autoimunes” é um tema praticamente desconhecido nas escolas, mesmo que o número de pessoas acometidas por estas enfermidades seja crescente. Para se falar da autoimunidade é preciso, antes, fortalecer os conceitos de imunologia, tema que aparece muito resumido nos livros didáticos, quase sempre, junto a outros conteúdos da Biologia. Agora com as coleções respaldadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), esta matéria escolar, juntamente com a Física e a Química formam as Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o tópico do sistema imunológico está ainda mais prejudicado. Pensando em minimizar essas distorções é que essa pesquisa foi realizada, tendo como objetivo principal a construção de uma sequência didática (SD) investigativa sobre doenças autoimunes. Seguiu-se um percurso metodológico para atingir este objetivo principal, como a análise das coleções de livros didáticos calcados na BNCC e questionário prévio com professores para saber a percepção do ensino dos conteúdos e da qualidade do principal material didático disponível. Das análises, além da SD, surgiu a ideia de um produto secundário, uma cartilha com o tema de imunologia, pois foi constatado a necessidade de abranger os conhecimentos e fazer abordagens mais acessíveis, atualizadas e interessantes sobre a imunologia.

Palavras-chaves: BNCC, doenças autoimunes, e-book, livro didático, sequência didática.

ABSTRACT

Health promotion is a topic that has always been in the imagination of students and arouses their interest, precisely, due to the context with their daily lives. However, “autoimmune diseases” is a practically unknown topic in schools, even though the number of people affected by these diseases is increasing. To talk about autoimmunity, first it is necessary to strengthen the concepts of immunology, a topic that appears very summarized in textbooks, mixed with other Biology contents. Now with the collections according to the National Common Curricular Base (BNCC), this school subject, together with Physics and Chemistry to form the Sciences of Nature and its Technologies, the topic of the immune system is not well addressed. With the aim of minimizing these distortions, this research was carried out to achieve the primary objective of building an investigative didactic sequence (DS) on autoimmune diseases. A methodological course was followed to achieve this primary objective, such as the analysis of the textbook collections based on the BNCC, a previous questionnaire with teachers to know the perception of the teaching of the contents and the quality of the basic didactic material available. From the analyses, in addition to the SD, the idea of a secondary product arose: a booklet about immunology, to cover the lacking knowledge in the textbooks and make more accessible, updated and interesting approaches about immunology.

Keywords: BNCC, autoimmune diseases, booklet, textbook, didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coleção Conexões- Foto de acervo pessoal.....	31
Figura 2. Coleção Diálogo- Foto de acervo pessoal.....	31
Figura 3. Coleção Moderna Plus- Foto de acervo pessoal.....	31
Figura 4. Coleção Multiversos- Foto de acervo pessoal.....	32
Figura 5. Coleção Ser Protagonista- Foto de acervo pessoal.....	32
Figura 6. Tempo do professor em Educação Pública.....	34
Figura 7. Temáticas que despertam mais atenção dos alunos do Ensino Médio.....	34
Figura 8. Temáticas que despertam menos o interesse dos alunos do Ensino Médio.....	35
Figura 9. Temáticas que o professor tem maior dificuldade em ensinar.....	36
Figura 10. Doenças que despertam mais interesse nos alunos.....	37
Figura 11 Sobre o tema imunologia.....	38
Figura 12. Professores se sentiriam confortáveis em trabalhar com algum material auxiliar (cartilha).....	39
Figura 13. Professores gostariam de ter um material auxiliar.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Coleções dos livros didáticos do PNLD/2021.....	30
Quadro 2. Abordagem dos tópicos de imunologia nos livros didáticos.....	32
Quadro 3. Análise da questão aberta relacionada à segunda pergunta.....	35
Quadro 4. Análise da questão aberta relacionada à terceira pergunta.....	36
Quadro 5. Análise da questão aberta relacionada à quarta pergunta.....	37
Quadro 6. Análise da questão aberta relacionada à quinta pergunta.....	38

LISTA DE SIGLAS

AC Alfabetização Científica
AS Aprendizagem Significativa
BNCC Base Nacional Comum Curricular
CHSA Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
CNT Ciências da Natureza e suas Tecnologias
EF Ensino Fundamental
EM Ensino Médio
ISTs Infecções Sexualmente Transmissíveis
LD/LDs Livro Didático/Livros Didáticos
LT Linguagem e suas Tecnologias
MT Matemática e suas Tecnologia
NEM Novo Ensino Médio
PNLD Programa Nacional do Livro Didático
SD Sequência Didática
SI Sistema Imunológico
TCM Trabalho de Conclusão de Mestrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. JUSTIFICATIVA.....	22
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. Objetivo geral.....	23
3.2. Objetivos específicos.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1. Tipo de estudo.....	25
4.2. Submissão ao comitê de ética.....	25
4.3. Escolha dos livros didáticos da BNCC para avaliação do conteúdo.....	25
4.4. Análise do conteúdo de Imunologia nestes LDs.....	25
4.5. Elaboração dos questionários destinado aos professores de Biologia	26
4.6. Aplicação dos questionários.....	27
4.7. Análise dos questionários.....	27
4.8. Elaboração da SD em função da análise dos questionários	27
4.9. Elaboração da cartilha.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1. Pesquisa documental nas coleções de Ciências da Natureza e suas Tecnologias presente no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2021)	30
5.2. Aplicação e análise dos questionários destinados aos professores (<i>Google forms</i>)	33
5.3. Produtos.....	40
5.3.1. Produto principal: sequência didática.....	40
5.3.2. Produto secundária: cartilha de imunologia.....	41
6. DISCUSSÃO.....	43
6.1. Pesquisa documental nas coleções de Ciência da Natureza e suas Tecnologias (CNT) presente do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2021)	43
6.2. Questionários aplicados de forma virtual com os professores (<i>Google forms</i>).44	
6.3. Produtos.....	45
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICE A.....	52
APÊNDICE B.....	54
APÊNDICE C.....	57
APÊNDICE D.....	60
APÊNDICE E.....	63
ANEXO A.....	78
ANEXO B.....	79

1. INTRODUÇÃO

Segundo Quintans (2009), o conteúdo sobre o sistema imunológico (SI) nas aulas de Biologia é pouco abordado e nos livros didáticos (LDs) é, muitas vezes, mencionado como parte do sistema cardiovascular, sendo condicionado a ideia de ataque e defesa (ANDRADE et al., 2015). Grande parte dos professores que atuam no Ensino Médio (EM) abordam de forma básica assuntos como infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), vacinas e células que compõem o SI. Uma pequena parte dos docentes em atividade na Educação Básica ministram aulas sobre a origem e o funcionamento das vacinas, os tipos de células de defesa do organismo e sua atuação no corpo humano, o desenvolvimento de alergias, como ocorrem as infecções e o que causa a rejeição de órgãos transplantados (BOTELHO; ANDRADE, 2018).

Se o SI não é abordado como deveria, o tópico sobre doenças autoimunes praticamente não existe. A forma como estas enfermidades são retratadas nos LDs, podem ser consideradas como controvérsias sócio científicas (RECHETZI; SOUZA, 2018), pois a temática é complexa e sem respostas óbvias (COLOMBO JUNIOR; MARANDINO, 2020). É bom frisar que essas doenças, em sua maioria, são de difícil diagnóstico e muitas vezes se confundem com outras mazelas.

Nas aulas de Biologia, os temas que remetem à saúde individual e coletiva são sempre os que mais despertam o interesse e a curiosidade dos alunos por causa da facilidade em contextualizar no seu cotidiano, essa motivação dá sentido à significação dos conteúdos (DURÉ et al., 2018). A temática está sempre nas rodas de conversas dos alunos e a promoção da saúde na escola prevê o protagonismo discente e a construção de saberes com ênfase na sua conjuntura, favorecendo o diálogo e a interação de questões sociais (SILVA; BODSTEIN, 2016).

O sistema imunológico

A princípio, fisiologicamente, o SI tem a função de defender o organismo contra patógenos infecciosos desencadeando uma resposta imunológica (ABBAS et al., 2015), que é uma reação do próprio organismo aos invasores (antígenos). Mas essa resposta, muitas vezes, pode ocorrer contra corpos estranhos não infecciosos.

Segundo Roitt et al. (2013):

Embora o sistema imune seja muito complexo, sua função pode ser resumida em duas atividades essenciais: reconhecimento das substâncias e microrganismos estranhos que conseguiram entrar no corpo, e remoção desses elementos estranhos utilizando um conjunto de células e moléculas que atuam de forma a eliminar o risco potencial (ROITT et al., 2013, p.4).

Pode-se dividir em dois tipos de respostas imunológicas: as reações iniciais são mediadas pela imunidade inata e as tardias pela imunidade adquirida ou adaptativa.

A imunidade inata está preparada para responder rapidamente às agressões. Desta primeira linha de defesa fazem parte:

- 1- barreiras físicas e químicas: epitélios e secreções mucosas;
- 2- células fagocíticas (neutrófilos e macrófagos), células dendríticas e células “*natural killers*”.
- 3- proteínas sanguíneas e outros mediadores da inflamação (ABBAS et al., 2015).

A imunidade adquirida é desenvolvida durante a vida de um indivíduo e se adapta à infecção por um determinado patógeno, de forma específica (MURPHY et al., 2010). O sistema imunológico adaptativo também produz memória, que é a capacidade de responder a exposições repetidas do mesmo microrganismo. Como é o caso das vacinas, que podem conferir uma proteção permanente contra invasores específicos (em algumas vacinas, a proteção é temporária, como a da gripe).

Abbas et al. (2015) ressalta que:

Os componentes exclusivos da imunidade adaptativa são células denominadas linfócitos e seus produtos secretados tais como anticorpos. Substâncias estranhas que induzem as respostas específicas ou são reconhecidas pelos linfócitos ou anticorpos chamam-se antígenos (ABBAS et al., 2015, p.34).

É importante ressaltar que muitos LDs do EM ainda trazem informações descontextualizadas e desatualizadas sobre SI e a sua complexidade, por inúmeras razões: i) a Ciência está em constante evolução e novas descobertas são realizadas a cada dia; ii) o campo da Imunologia é um dos que mais vem sendo atualizado nas últimas décadas e iii) os LDs não conseguem acompanhar a evolução destas novas descobertas.

Em uma concepção mais moderna, inúmeras pesquisas realizadas apontam novas bases fisiológicas do SI (BARRETO; TEIXEIRA, 2013). Uma delas, é que o SI possui uma relação

com os sistemas nervoso e endócrino, colaborando com a homeostasia do corpo. O SI tem a sua função modulada pelo sistema neuroendócrino. Citocinas (proteínas sinalizadoras do sistema imunológico), hormônios e neuropeptídeos são os mensageiros químicos e funcionam como moléculas imunomoduladoras e conexões entre estes sistemas (MOREIRA, 2010).

Outra visão contemporânea e evolutiva do SI é o seu papel na cicatrização e regeneração de tecidos, as células (neutrófilos, monócitos, linfócitos e células dendríticas) e as citocinas são fundamentais neste processo tissular. Evolutivamente, algumas espécies têm a capacidade de regeneração total. No homem, essa propriedade é limitada a alguns órgãos como o fígado e a epiderme, mas existem estudos que demonstram que o feto é capaz de reparar tecidos como a verdadeira regeneração (RUH et al., 2013).

Doenças Autoimunes

Autoimunidade é uma falha em uma divisão funcional do SI adaptativo que resulta em respostas imunes contra células ou tecidos do mesmo organismo, ou seja, doenças autoimunes refletem a perda de tolerância ao próprio corpo (auto antígenos) (MURPHY et al, 2010). Estas doenças são crônicas e passam por fases de remissão e atividade, estima-se que uma pequena parcela da população mundial tem alguma doença autoimune, de 5% a 8% (ROITT et al., 2013).

As doenças autoimunes são um grupo de mais de 80 doenças e podem atingir um único órgão do corpo humano ou vários órgãos ao mesmo tempo (ARAÚJO, 2017).

Segundo Abbas et al. (2015):

As doenças autoimunes estão entre os problemas científicos e clínicos mais desafiadores em imunologia. Teorias e hipóteses são mais numerosas que fatos. Espera-se que a aplicação de novas tecnologias e o conhecimento sobre auto tolerância levem a respostas mais claras e definitivas sobre os enigmas da autoimunidade (ABBAS et al, 2015, p.773).

Ainda não estão completamente compreendidas as causas da autoimunidade, mas existem relatos de algumas causas que predisõem o seu aparecimento, como a herança genética (MURPHY et al., 2010). Outros fatores que desencadeiam as doenças autoimunes têm origens ambientais: alimentação, fármacos, agentes não infecciosos (radiação, substâncias químicas) e agentes infecciosos (microrganismos) (ROITT et al., 2013).

Em média 75% das doenças autoimunes são diagnosticadas em mulheres na fase reprodutiva (ROITT et al., 2013). Hipóteses sugerem que o estrogênio favorece a produção de

anticorpos específicos e, também, a relação entre o cromossomo X e a quebra da auto tolerância, o que indica uma maior prevalência das enfermidades autoimunes em pessoas do sexo feminino (AUGUSTO, 2013).

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)

A Base Nacional Comum Curricular é um documento normativo que define um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os estudantes têm direito durante a educação básica (BRASIL, 2018). As escolas tiveram até o final do ano de 2021 para implementar a BNCC. A BNCC tem por objetivo contornar a fragmentação das políticas educacionais nas esferas, federal, estadual e municipal do currículo nacional buscando a qualidade do ensino para isso ela define dez competências gerais.

Brasil (2018):

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p.8).

A parte nacional comum deverá compor sessenta por cento do currículo das escolas no Brasil em quanto o restante é de responsabilidade da escola ou a respectiva secretaria que este pertence (PICCININI; ANDRADE, 2018).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB 9394/96), o EM: fortalece os conhecimentos adquiridos no EF, prepara o estudante para o trabalho, transforma um indivíduo em cidadão ético, humano e crítico, tornando o aluno capaz de entender processos científicos- tecnológicos. O EM na BNCC está organizado em quatro áreas do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHSA), Linguagem e suas Tecnologias (LT) e Matemática e suas Tecnologias (MT).

A área da CNT junta as disciplinas, ou áreas de conhecimentos como são chamadas nos novos livros didáticos, de Biologia, Física e Química (LEAL, 2021).

BNCC (2018):

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física

e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BNCC, 2018, p.547).

Mas na prática não é o que está acontecendo, muitos autores tecem muitas críticas a BNCC, principalmente quando ela se alia ao Novo Ensino Médio (NEM) que neste presente ano de 2022 começou a ser implementado em muitas escolas brasileiras. O NEM tem promovido profundas mudanças seja na carga horária ou no currículo (FERREIRA, RAMOS, 2018).

Quanto ao currículo, o NEM promove o que LEAL (2021) chamou de “gourmetização da educação” em que as disciplinas parecem “cardápios” em que os estudantes podem escolher. No terceiro ano do EM os estudantes poderão escolher entre os cinco itinerários formativos: os quatro da BNCC (CNT, CHSA, LT e MT) e formação técnica e profissional. Se pensarmos em termos de alfabetização científica, os alunos que não escolherem as CNT terão um grande déficit, o que ocorrerá, também, com os outros itinerários.

Aprendizagem Significativa

A aprendizagem traz significados quando uma nova informação interage com os saberes anteriores do indivíduo (MOREIRA; MASINI, 1982), pois existe uma relação lógica e óbvia entre a nova ideia e a já existente. O conhecimento prévio do aprendiz é denominado subsunçor por David Ausubel, autor da teoria da “Aprendizagem Significativa” (AS) e já existe na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Para Moreira (2012):

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p.2).

Aparentemente a AS se contrapõe à aprendizagem mecânica, pois na última os novos saberes foram decorados e aprendidos de forma arbitrária, não se relacionam claramente e nem assertivamente com os subsunçores dificultando a internalização de conceitos que poderão ser

usados em outros momentos ou contextos. Porém, essas duas formas de aprendizagem não podem ser consideradas antagônicas. Ambas fazem parte de um processo contínuo. Há ocasiões em que é preciso memorizar algumas informações que são armazenadas de forma aleatória, sem se relacionar com outras ideias existentes. No entanto, o processo de aprendizagem não pode se resumir a isso. De fato, quando o aluno consegue refletir sobre determinado assunto, ele vai construindo seu conhecimento, sendo este aprendizado incorporado, facilitando a análise e interpretação de novas ideias e vivências. A AS confere ao estudante a capacidade de contextualização e apropriação de conceitos, por isso é substantiva (não-literal) (MOREIRA, 1999).

Ausubel (2000) definiu as seguintes condições para que a AS aconteça: o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, que se relacione de forma relevante ao subsunçor do aluno e a predisposição deste para aprender. Assim sendo, é necessário que o estudante consiga transferir os seus conceitos para novas situações, solucionando diversas questões.

Importante ressaltar que aprender significativamente não é sinônimo de aprendizagem correta (MOREIRA, 1999). O aluno pode dar significados que para ele estão corretos, mas que não estão de acordo com a comunidade científica, segundo AUSUBEL (2000), a intenção é que o estudante absorva e dissemine significados aceitos cientificamente em um processo de reconstrução interna. Pensando no binômio ensino-aprendizagem, o professor pode utilizar materiais como atividades práticas, leituras de textos, atividades audiovisuais e a sua própria postura para favorecer a significação.

Muitas vezes a contextualização pelo professor não torna, necessariamente, o ensino mais significativo. Usar a nomenclatura científica de agentes infecciosos, por exemplo, e citar o desenvolvimento de doenças que assolam a comunidade do aluno, pode não ter significado algum se não explorar os aspectos sociais nas quais estes fenômenos se inserem (SCARPA; SILVA, 2019).

Alfabetização e divulgação científica

SASSERON e CARVALHO (2016) utilizam o termo “Alfabetização Científica” (AC) em referência a Paulo Freire (1980) que defendia a alfabetização como uma postura do homem capaz de interferir no seu meio. O processo de AC, sem dúvida alguma, torna o cidadão capaz de questionar e argumentar, transformando-o em crítico do seu mundo.

No imaginário de muitas pessoas, e a mídia contribui para isso, o cientista é aquela pessoa que veste um jaleco branco e que executa um trabalho metódico, solitário, atrás da bancada do laboratório e que possui pouco contato com a sociedade. Essa visão deturpada atrapalha o acesso do cidadão leigo ao conhecimento científico, dificultando a AC. Os motivos descritos acima causam o desinteresse de estudantes e outras pessoas pelas Ciências (BRICCIA, 2019).

Algumas metodologias trabalhadas no ensino das Ciências que envolvam processos de construção do conhecimento científico são facilitadoras da AC, bem como um ambiente propício para a troca de ideias, formulação de hipóteses e a interação social (BRICCIA, 2019).

Para a UNESCO (2005):

[...] o ensino de Ciências é fundamental para a população não só ter a capacidade de desfrutar dos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas para despertar vocações a fim de criar estes conhecimentos. O ensino de Ciências é fundamental para a plena realização do ser humano e a sua integração social. Continuar aceitando que a grande parte da população não recebe formação de qualidade agravará as desigualdades do país e significará seu atraso no mundo globalizado (UNESCO, 2005, p.2).

Para os alunos do EM que atingem uma maturidade maior quando comparado aos alunos do EF, principalmente os oriundos de famílias excluídas de participação social, a escola constitui um espaço de orientação e inclusão para a vida comunitária, assim como, política, econômica, financeira, cultural e desportiva (BRASIL, 2002). É na escola que os jovens aprofundam seu entendimento sobre as condições de vida e saúde e têm a oportunidade de disseminar esse aprendizado para a fora do muro da escola.

2. JUSTIFICATIVA

A frequência na população mundial das doenças autoimunes aumentou substancialmente nas últimas três décadas (LERNER et al., 2015), muitas vezes, são divulgadas como doenças facilmente tratáveis, sendo desconsiderado o seu caráter crônico. No EM, onde os jovens expandem o conhecimento adquirido no EF, a abordagem sobre enfermidades autoimunes, praticamente, não é feita, seja nas aulas de Biologia, em palestras sobre temas relacionados à saúde que acontecem na escola ou nos LDs (RECHETZI; SOUZA, 2018). Por esses motivos, tais doenças são suscetíveis a falácias de tratamentos, protocolos ou medicamentos sem comprovação científica.

A internet e mais especificamente as redes sociais são um campo fértil para disseminação de *Fake News* que desmerecem a ciência baseada no método e na evidência. Segundo Gomes et al. (2020), os usuários das mídias sociais compartilham informações sem saber a fonte e a veracidade. O que era para ser um rápido e democrático meio para divulgação de assuntos pertinentes, tornou-se um território das mais diversas disputas. Geralmente, as crenças pessoais distorcem os fatos.

O professor de Biologia é uma referência na busca de conhecimento e orientações quando o assunto é saúde, por causa da natureza da matéria que leciona e por trabalhar para um público que carece de atendimento básico em saúde, o que pode ser estendido para seus familiares e a sua comunidade.

Se faz necessário abordar as doenças autoimunes num estudo investigativo pois além de entender esse viés de autoagressão do sistema imunológico, o aluno poderá transmitir o conhecimento aprendido sobre os aspectos que envolvem estas enfermidades à luz da Ciência. É importante ressaltar que o projeto deste Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) começou a ser escrito em 2020, quando antígenos e anticorpos foram muito comentados por causa da corrida para a produção de uma vacina que controlasse a pandemia da COVID-19, bem como tratamentos e medicamentos que há época, ainda não existiam no mercado.

O produto educacional produzido nesta dissertação poderá beneficiar o estudo de doenças autoimunes por alunos do Ensino Médio e através do ensino investigativo proposto poderão alcançar a AC.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- Elaborar uma sequência didática sobre doenças autoimunes a partir da análise do conteúdo de imunologia nos livros didáticos e na percepção dos docentes de Biologia para ampliar o conhecimento dos alunos do Ensino Médio.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar a percepção dos professores sobre o entendimento dos seus alunos a respeito de temas da Biologia, incluindo temas relacionados à saúde.
- Verificar a opinião dos professores sobre Imunologia nos livros didáticos e a relevância de um novo material didático auxiliar.
- Analisar o conteúdo de Imunologia nas coleções de livros didáticos respaldados pela BNCC.
- Elaborar e disponibilizar a sequência didática para outros professores de Biologia da rede básica de Ensino.
- Elaborar e disponibilizar uma cartilha sobre Imunologia, contendo uma visão atualizada do assunto, que será utilizada durante a sequência didática.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Tipo de estudo

Pensando na construção de um material didático investigativo sobre doenças autoimunes, que pudesse ser utilizado por outros professores de biologia é que essa pesquisa prospectiva, transversal e com 42 participantes foi idealizada e realizada. Para tanto, foi preciso transpassar um percurso metodológico que envolveu análise de LDs, elaboração, aplicação e análise de questionários com professores e produção de uma cartilha e uma sequência didática (SD).

Relacionando este TCM com a BNCC pode-se dizer que ele se encaixa nas seguintes competências e habilidades das CNT.

Competência 2

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis (BNCC, 2018, p. 542).

Habilidade

(EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar (BNCC, 2018, p. 543)

Competência 3

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BNCC, 2018, p. 544)

Habilidades

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BNCC, 2018, p. 545)

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BNCC, 2018, p. 545).

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade (BNCC, 2018, p. 545).

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população (BNCC, 2018, p. 545).

4.2. Submissão ao comitê de ética

A pesquisa desenvolvida neste TCM foi submetida ao Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CEP/HUCFF/UFRJ) no dia 21 de setembro de 2021, sendo aprovado no dia 09 de novembro de 2021 sob o parecer de número 5.089.942. A pesquisa atendeu às questões éticas observando as recomendações da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (ANEXO A). A escola assinou uma carta de anuência para a realização da pesquisa (ANEXO B).

4.3. Escolha dos livros didáticos da BNCC para avaliação do conteúdo

Para saber como o principal material didático de auxílio ao professor de Biologia, o LD, trabalha os tópicos de Imunologia foi preciso analisar às coleções disponibilizadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Estas coleções didáticas foram escolhidas, pois são as primeiras respaldadas pela BNCC e onde as disciplinas de Biologia, Física e Química estão reunidas em um mesmo livro formando as CNT. Os livros que foram coletados para esta análise chegaram no ano de 2021 nas escolas de EM de todo o Brasil, frisando que os professores das três disciplinas que compõem as CNT escolheram a coleção a ser usada na sua escola.

4.4. Análise do conteúdo de Imunologia nestes LDs

Foi feita uma verificação em cada um dos seis volumes do livro físico de cada coleção, a fim de analisar se os tópicos de Imunologia estavam claros, objetivos e atualizados. Ou seja, avaliar se os livros contêm base suficiente para que as doenças autoimunes fossem trabalhadas em sala de aula.

Para a análise qualitativa dos conteúdos de Imunologia nos LDs, foi feita uma apuração em cada um dos trinta livros. Qualquer citação à Imunologia ou ao SI foi averiguada, mesmo nos capítulos destinadas à Física ou a Química, o tema foi procurado.

Os tópicos de Imunologia foram classificados em: satisfatório, insatisfatório ou não aborda e foram analisados os seguintes assuntos: anticorpos, células do sistema imunológico, doenças autoimunes, imunidade, soros e vacinas.

4.5. Elaboração dos questionários destinado aos professores de Biologia

Para avaliar a percepção dos docentes sobre o interesse de seus alunos por tópicos da Biologia, de temas relacionados à saúde, a qualidade do LD e, também, a relevância de possuir um outro material de apoio às aulas de Biologia. No questionário constavam 7 questões de múltipla escolha, sendo que duas tinham subitens, uma com quatro e outra com dois, num total de onze perguntas fechadas. Quatro questões abertas relacionadas às múltiplas escolhas foram feitas, destas, uma, o professor podia sinalizar com uma resposta se a opção não constasse das alternativas (APÊNDICE C). No total os professores responderam à quinze perguntas.

Para saber a experiência do professor na rede pública de ensino, foi questionado o seu tempo de serviço, o que influenciou ou corroborou para a marcação de determinada alternativa. Esta foi a primeira questão.

Três perguntas versavam sobre a percepção do professor sobre como o seu alunado encara alguns conteúdos de Biologia. O que desperta maior interesse, o que desperta menor interesse dos estudantes e o porquê disso. Considerando apenas assuntos relacionados a temática saúde, o docente pôde opinar sobre o interesse dos seus alunos, marcando uma alternativa dentre as seguintes opções: doenças autoimunes, doenças genéticas, ISTs, doenças ligadas ao estilo de vida.

Foi questionado qual era o conteúdo que o professor se sentia mais desconfortável em ensinar. Essa pergunta tinha o objetivo de saber porque determinada matéria não o deixava à vontade. Ele pôde deixar a sua opinião num espaço aberto vinculado à esta questão.

As duas últimas questões tinham subitens. A penúltima foi sobre o, se o professor achava que o conteúdo de Imunologia estava atualizado, se o texto é acessível aos alunos, se o material é bem ilustrado e se faz uma correlação com a vida do aluno.

A última questão foi sobre um material novo adequado para se trabalhar com os alunos. A primeira pergunta era se o professor se sentiria à vontade em trabalhar com um material auxiliar e a segunda se este gostaria de trabalhar com o instrumento didático.

4.6. Aplicação dos questionários

Este questionário foi aplicado de forma virtual através de formulário do *Google Forms*, <https://forms.gle/Wor3A8kUnYrRYRT46>. Todos os professores foram recrutados através de grupos de *WhatsApp*, mas nem todos concordaram em participar e não responderam ao formulário.

Participaram professores de Biologia da rede pública nacional, no próprio formulário virtual constava o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), informando sobre os objetivos da pesquisa e os possíveis danos em ambiente virtual.

Tanto o TCLE (APÊNDICE A), como o questionário (APÊNDICE B) constam fisicamente ao final desta dissertação.

4.7. Análise dos questionários

Esta análise buscou contemplar a percepção dos docentes sobre o ensino de Imunologia e da saúde e a relevância ou não da produção um material didático diferenciado com novas abordagens. Realizou-se, então, uma análise dos dados através de planilhas e gráficos, frisando que para cada resposta dos professores à questão fechada, tinha uma pergunta aberta relacionada.

Todas as informações citadas estão devidamente registradas e armazenadas para consulta futura, se necessário.

4.8. Elaboração da SD em função da análise dos questionários

A SD, produto principal deste TCM, foi elaborada a partir da análise qualitativa dos questionários respondidos por docentes, visando preencher as lacunas do ensino de Imunologia, ou seja, que não aparecem, ou pouco aparecem, nos livros didáticos. O objetivo da sequência foi oferecer uma ferramenta didática para que qualquer professor de Biologia possa utilizá-la

em sala de aula, aumentando a compreensão do tema pelo alunado e fornecer uma alternativa didática para os docentes.

Na SD foram utilizadas várias metodologias para que os alunos se interessem efetivamente em entender a Imunologia e as doenças autoimunes e se insiram como os principais protagonistas da aprendizagem. Recursos didáticos utilizados na SD: aula invertida (leitura da cartilha de imunologia), vídeo de animação japonesa (anime), produção de nuvem de palavras colaborativa, roda de conversa e como resultado do estudo, exposição de mapas conceituais sobre doenças autoimunes produzidos pelos alunos.

A SD tem duração de duas semanas de aulas (4 aulas, cada uma de 50 minutos), sendo que antes do começo desta, propriamente dita, a aula invertida, em que os alunos leem antes do ensino presencial (máximo 20 minutos de leitura) sobre um conteúdo a ser abordado, é aplicada. O resultado da aprendizagem do alunado será mostrado em sala de aula, após algumas semanas das aulas da SD, esse dia será combinado entre o professor de Biologia e a coordenação para que outros docentes possam levar as suas turmas (APÊNDICE D).

Essa dinâmica da aula invertida, das duas semanas para a SD e da apresentação dos resultados após algumas semanas foi pensada para tomar o mínimo de tempo. Um dos grandes problemas que o professor de Biologia enfrenta é a carga horária reduzida em relação a grande quantidade de conteúdo a ser aplicado e a tendência é piorar, pois com a implantação do NEM, a Biologia foi retirada da grade curricular do terceiro ano do EM.

4.9. Elaboração da cartilha

O tema do ensino investigativo desta dissertação é doenças autoimunes, mas para seguir o percurso metodológico da SD e chegar a um objetivo final foi necessário a utilização de vários recursos didáticos, um deles é um material de leitura para os alunos, com uma abordagem “diferenciada” da Imunologia ensinada no EM. O material produzido para o fim citado é uma cartilha que foi chamada de produto secundário, pois a sua utilização é opcional e está inserida no produto primário ou principal que é a SD. Outro motivo para a cartilha ser um produto secundário é que poderia ser utilizado *sites* de Biologia ou mesmo o LD para a leitura pelos estudantes de conceitos de Imunologia, mas que não teriam a visão “diferenciada”. A cartilha contempla conceitos básicos de Imunologia e será utilizada pelos alunos antes das aulas presenciais da SD.

As doenças autoimunes não aparecem na cartilha pois esta tem o objetivo de servir como um material de apoio e aprofundamento de conteúdos de Imunologia que não aparecem no LD. A investigação sobre as doenças autoimunes é o objetivo principal da SD, por isso optou-se em não as colocar na cartilha

5. RESULTADOS

5.1. Pesquisa documental nas coleções de Ciência da Natureza e suas Tecnologias presente do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2021)

As coleções de LDs analisadas, com respaldo da BNCC, foram as cinco da área de conhecimento das CNT do PNLD/2021 que chegaram em uma escola da região metropolitana do Rio de Janeiro em 2021. Cada coleção possui seis volumes, em média com cento e sessenta páginas, totalizando trinta livros verificados. Cada volume de cada coleção não está dividido por série, ficando a critério de cada escola e os seus respectivos professores a escolha de que ano do EM serão utilizados. É importante observar que os seis volumes têm nomes diferentes em cada coleção.

Os conteúdos e tópicos de Imunologia foram averiguados em cada um dos seis volumes de cada coleção. Somente o(s) volume(s) das coleções, onde algum tópico de Imunologia é citado, aparece(m) nas análises.

Quadro 1. Coleções dos livros do PNLD/2021 analisados para este TCM.

COLEÇÃO	AUTOR (ES)	EDITORA	EDIÇÃO/ANO
1-Conexões	Miguel Thompson <i>et al</i>	Moderna	1ª/2020
2-Diálogos	Kelly C.dos Santos <i>et al</i>	Moderna	1ª/2020
3-Moderna Plus	José M. Amabis <i>et al</i>	Moderna	1ª/2020
4-Multiversos	Leandro Godoy <i>et al</i>	FDT	1ª/2020
5-Ser Protagonista	João B. Aguilar <i>et al</i>	SM	1ª/2020

Segue abaixo uma tabela com os conteúdos referentes ao SI em cada coleção; os tópicos estão classificados em: bom, satisfatório, insatisfatório e não abordado. No APÊNDICE C, essas análises das coleções encontram-se mais detalhadas, especificando o volume, onde é encontrado determinado conteúdo e as páginas, também.

É interessante notar que em uma coleção, a Moderna Plus, um texto sobre a febre faz referência ao SI (a febre colabora com o sistema de defesa contra os agressores externos). Está no capítulo “Energia Térmica”, em que o livro sugere que seja trabalhado pelo professor de Física.



Figura 1. Coleção Conexões. Acervo pessoal.



Figura 2. Coleção Diálogo. Acervo pessoal.



Figura 3. Coleção Moderna Plus. Acervo pessoal.



Figura 4. Coleção Multiversos. Acervo pessoal.



Figura 5. Coleção Ser Protagonista. Acervo pessoal.

Quadro 2. Abordagens dos tópicos de Imunologia nos livros didáticos. A tabela mostra se o assunto é abordado ou não e o grau de satisfação: bom/satisfatório/insatisfatório/ausente. (Continua)

COLEÇÃO	1	2	3	4	5
Anticorpos	Não aborda	Insatisfatório	Satisfatório	Bom	Insatisfatório
Células do Sistema Imunológico	Insatisfatório	Não aborda	Satisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
Doenças autoimunes	Não aborda	Não aborda	Não aborda	Não aborda	Insatisfatório

Quadro 3. Abordagens dos tópicos de Imunologia nos livros didáticos. A tabela mostra se o assunto é abordado ou não e o grau de satisfação: bom/satisfatório/insatisfatório/ausente.(Conclusão)

Imunidade celular e imunidade humoral	Satisfatório	Não aborda	Não aborda	Não aborda	Não aborda
Imunidade inata e imunidade adquirida	Não aborda	Não aborda	Não aborda	Satisfatório	Não aborda
Soros e vacinas	Satisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório	Bom	Satisfatório

5.2. Aplicação e análise dos questionários destinado aos professores (*Google forms*)

Foram feitas um total de quinze perguntas, sendo onze fechadas e quatro abertas. As perguntas abertas estavam relacionadas com quatro perguntas fechadas, estas (abertas) não foram obrigatórias, mas a maioria dos professores respondeu.

O professor que se dispôs a participar da pesquisa, assinou o TCLE. O TCLE estava no mesmo formulário do questionário, se o professor desejasse participar continuaria no aplicativo, se não o desejasse, poderia sair. Link do TCLE junto com o questionário: <https://forms.gle/Wor3A8kUnYrRYRT46> .

Os questionários foram respondidos entre os dias sete de janeiro de dois mil e vinte e dois e o dia quatro de fevereiro do mesmo ano. Os professores de Biologia receberam o questionário no formato de formulário do *Google Forms* através de postagem feita em grupos de *WhatsApp* em datas diferentes, por isso o intervalo relativamente grande entre a primeira devolutiva e a última. Os professores de Biologia que responderam às questões faziam parte do grupo dos mestrados do Profbio nacional e de outros três grupos de escolas diferentes da rede Estadual do Rio de Janeiro.

Para esta etapa da pesquisa foram analisados quarenta e dois questionários virtuais respondidos por docentes de Biologia, quase que em sua totalidade, da rede pública de ensino brasileira. Um professor que já lecionou na rede pública de ensino e hoje trabalha somente na rede particular, também respondeu ao questionário.

As análises de cada questão estão abaixo.

1ª Questão: Há quanto tempo você leciona na rede pública?

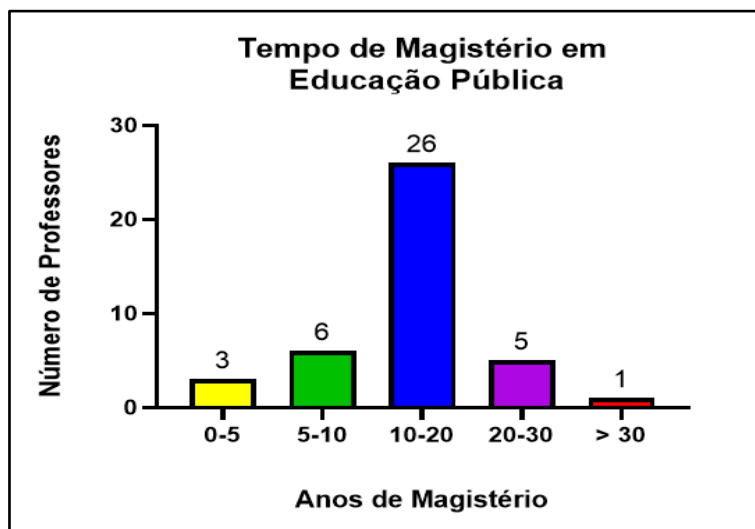


Figura 6. Tempo de Magistério em Educação Pública

2ª Questão: Qual temática desperta ou despertou maior interesse nos seus alunos?

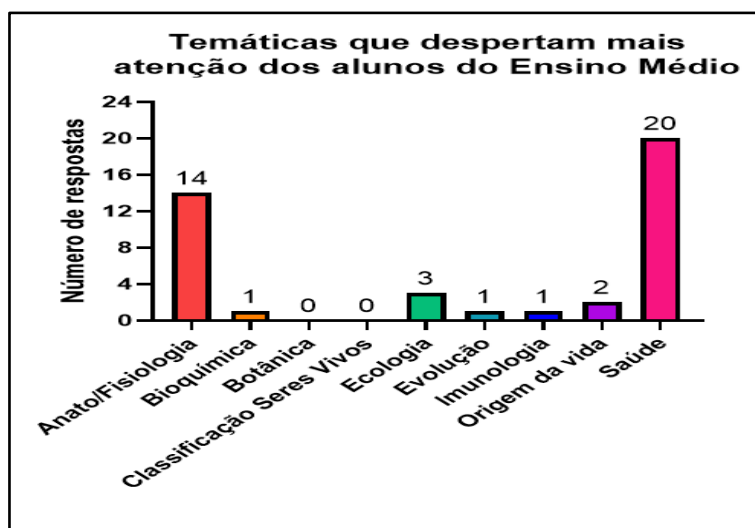


Figura 7. Temáticas que despertam mais atenção dos alunos do Ensino Médio

Para a questão fechada acima, havia uma questão aberta em que os professores podiam dar a sua opinião sobre o motivo pela qual determinada temática desperta o maior interesse dos seus alunos. Três docentes não responderam, já que essa pergunta não era obrigatória.

Quadro 4. Análise da questão aberta relacionada a segunda pergunta.

Temática da Biologia	Respostas abertas
Anat. fisiol. corpo humano	“Observação de anos de magistério”, “Porque noto que os educandos se interessam por mudanças no próprio corpo”.
Bioquímica	O docente não explicou.
Botânica	-----
Classificação dos seres vivos	-----
Ecologia	“Os alunos gostam das aulas de campo”.
Evolução	“Por causa do debate gerado nas aulas”.
Imunologia	O docente não explicou.
Origem da vida	“O tema desperta a curiosidade e discussões saudáveis”.
Temas relacionados a saúde humana	“Facilidade em contextualizar o tema com a sua vivência”. “São mais participativos, sempre contam casos da família”. “Maior interesse e participação durante as aulas”.

3ª Questão: Qual temática desperta ou despertou menor interesse nos seus alunos?

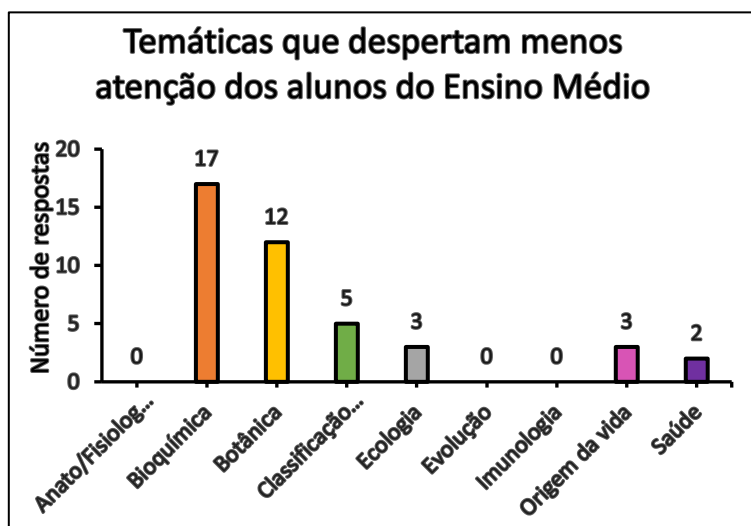


Figura 8. Temáticas que despertam menos atenção dos alunos do Ensino Médio

Aqui os professores responderam qual é a temática que desperta menos o interesse dos seus alunos. Como na questão anterior, os professores puderam opinar o porquê da escolha. Segue a tabela com o número de respostas à pergunta fechada e com algumas respostas dos docentes a resposta à pergunta aberta. Novamente, três professores não responderam à questão aberta.

Quadro 5. Análise da questão aberta relacionada a terceira pergunta.

Temática da Biologia	Respostas abertas
Anat. fisiol. corpo humano	-----
Bioquímica	“Notas menores”. “Menos afinidade por causa da dificuldade de conteúdo”. “Conteúdo mais abstrato”
Botânica	“Devido à falta de interesse dos alunos”. “Acham chato”. “Complexidade de ciclos e estruturas”.
Classificação dos seres vivos	“Conteúdo cansativo e desinteressante”. “Não tem relação com a experiência dos alunos”.
Ecologia	“Dificuldade de entendimento”.
Evolução	-----
Imunologia	-----
Origem da vida	“Envolve conceitos históricos de outros tempos”. “Desinteresse pelas questões religiosas”.
Temas relacionados a saúde humana	“Os alunos não são tão curiosos quanto a essas questões”.

4ª Questão: Das temáticas abaixo, qual você tem maior dificuldade em ensinar?

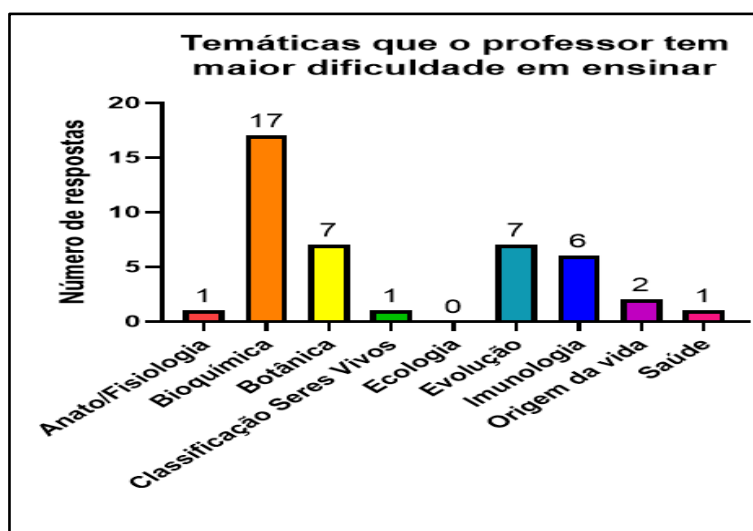


Figura 9. Temáticas que o professor tem maior dificuldade em ensinar

Os professores responderam qual a temática que têm maior dificuldade em ensinar e os motivos. A tabela abaixo apresenta o número de respostas e algumas justificativas dadas pelos professores. Do total de quarenta e dois professores, trinta e oito responderam à pergunta aberta.

Quadro 6. Análise da questão aberta relacionada a quarta pergunta.

Temáticas da Biologia	Respostas abertas
Anat. fisiol. corpo humano	O professor não explicou.
Bioquímica	“As aulas na faculdade não foram suficientes para a minha formação”. “Conteúdo abstrato”.
Botânica	“Pouca afinidade do professor com a matéria”.
Classificação dos seres vivos	“As mudanças nas classificações”.
Ecologia	-----
Evolução	“A maioria dos estudantes é criacionista”. “As atualizações do tema são bastante complexas”.
Imunologia	“Pouco presente na minha graduação”. “É um tema pouco abordado em livros para essa faixa etária (dos alunos), o que nos deixa com pouco suporte para a abordagem”. “Pelo pouco tempo e ser complexo”. “Demanda um conhecimento bioquímico grande”.
Origem da vida	“Falta de atualizações sobre o tema”.
Temas relacionados a saúde humana	“Ao estudar temáticas relacionadas a saúde aprende-se a lidar com os problemas que afetam a comunidade e ao mesmo tempo ter mais cuidados individuais”.

5ª Questão: Considerando a temática saúde o que desperta maior interesse dos alunos?

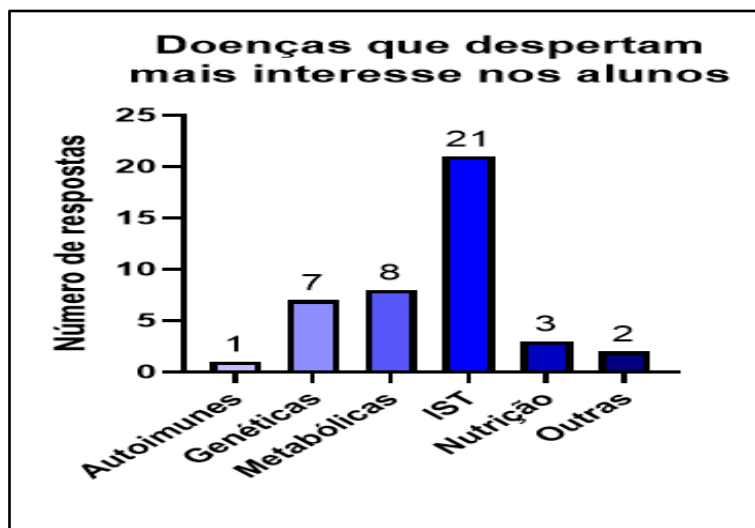


Figura 10. Doenças que despertam mais interesse nos alunos

Na temática saúde, já que o principal objetivo do projeto é a construção de um produto sobre as doenças autoimunes, os professores responderam o que desperta o maior interesse do alunado. Foram dadas algumas opções, pergunta fechada, e os professores puderam optar. Somente três professores marcaram a opção outras doenças, respondendo a uma pergunta aberta para a descrição de outras doenças.

Quadro 7. Análise da questão aberta relacionada a quinta pergunta.

Doenças	Resposta aberta
Autoimunes	-----
Condições genéticas	-----
Relacionadas ao estilo de vida	-----
IST(s)	-----
Nutrição	-----
Outras	IST(s), genéticas, relacionadas ao estilo de vida. Viroses mais comuns como a dengue. Não respondeu

6ª Questão: A imunologia nos livros didáticos. A questão estava subdividida em quatro questões no questionário. As repostas às quatro perguntas estão abaixo.

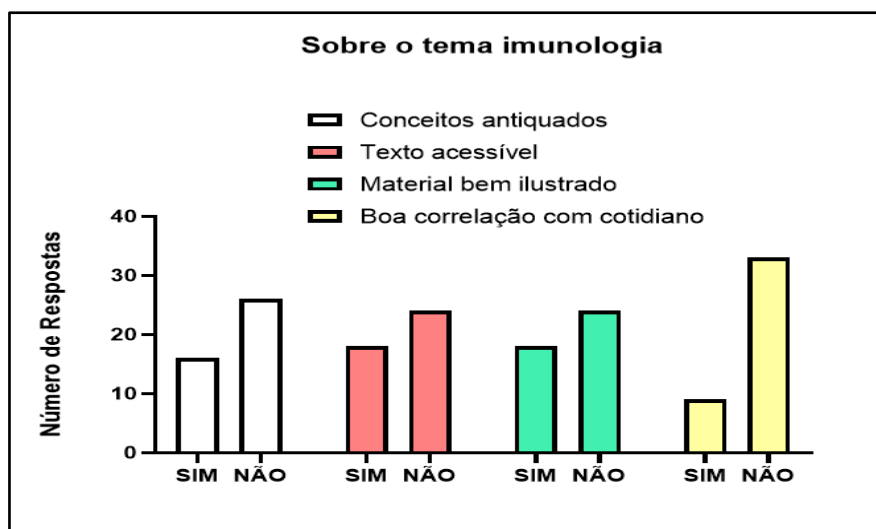


Figura 11. Sobre o tema imunologia

7ª Questão: Sobre um material auxiliar. A questão está subdividida em duas questões cujas as respostas estão nos gráficos abaixo.

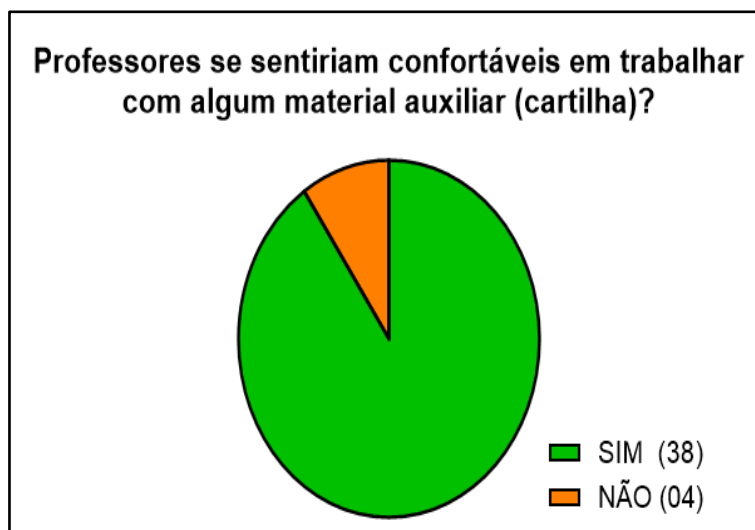


Figura 12. Professores se sentiriam confortáveis em trabalhar com algum material auxiliar (cartilha)?



Figura 13. Professores gostariam de ter um material auxiliar?

5.3. Produtos

5.3.1. Produto Principal: Sequência Didática

O produto principal desta dissertação é uma SD em que os alunos investigarão o porquê da ocorrência das doenças autoimunes. Esta SD será disponibilizada na forma de um roteiro para os professores de Biologia e será fornecido uma cartilha, preferencialmente para o uso dos alunos. A cartilha é um material de leitura pelos alunos que não substitui o LD. Além de trazer a visão mais conhecida do SI, a bélica, também trará o conceito mais atualizado deste, o homeostático. A cartilha é o produto secundário.

A SD começará com a leitura da cartilha pelos alunos antes da aula presencial, numa metodologia denominada sala de aula invertida (*flipped classroom*) onde os educandos estudam, anteriormente, o assunto para que na escola participe ativamente, resolvendo problemas e buscando soluções (VALENTE, 2014). Os alunos deverão ser instruídos a fazer anotações do que acharam mais relevante na cartilha e selecionar palavras que consideram importante sobre o tema.

Na primeira semana de aulas da SD (no total serão duas aulas seguidas de cinquenta minutos), os alunos assistirão ao *anime Hataraku Saibou* (CELLS AT WORK!) sobre o ataque do vírus da Influenza ao corpo humano, aproximadamente vinte e três minutos, na sala de informática. O uso da animação japonesa foi cuidadosamente pensado para melhor adaptação ao alunado. O mundo altamente tecnológico, em que os adolescentes estão inseridos e partindo de conceitos mais simples, será mais fácil construir os mais complexos (DE OLIVEIRA et al, 2016). Durante essa exibição os alunos anotarão o nome dos personagens, que representam as células do SI.

O passo seguinte da SD é a construção de uma nuvem de palavras colaborativa utilizando um aplicativo próprio, os discentes se reunirão em grupos para a utilização do computador. Eles colocarão em os termos que mais aparecem nas anotações de cada um, o que foi anotado antes da aula e durante o vídeo e os outros grupos farão o mesmo de forma colaborativa. Segundo OLIVEIRA (2021), a nuvem de palavras constitui uma estratégia didática e de aquisição de novas aprendizagens. Após o término dessa etapa, o docente imprimirá a nuvem de palavras. Para finalizar as duas primeiras aulas, o professor promoverá uma roda de conversa em que se discutirá a nuvem de palavras de cada grupo, o conteúdo da cartilha e o vídeo.

A segunda semana da SD (duas aulas de cinquenta minutos) começará com a exibição de um outro episódio de *Hataraku Saibou* (CELLS AT WORK!) na sala de informática. Esse episódio aborda a alergia ao grão de pólen. Depois da exibição do vídeo, começará a parte investigativa sobre as doenças autoimunes, onde os alunos levantarão hipóteses a partir de questões propostas pelo professor, nessa parte da aula ele funcionará como um mediador, auxiliando na busca de soluções.

Para a validação das hipóteses, os alunos, nos grupos formados anteriormente, pesquisarão em *sites* de ensino de Biologia, o que é autoimunidade. Será sorteado dentre algumas enfermidades autoimunes, uma para cada grupo. Sob orientação docente, os grupos rascunharão sobre a sua respectiva doença (o que é? órgão(s) acometido(s), sintomas e tratamento).

Como os alunos montarão mapas conceituais com os resultados das pesquisas, o professor mostrará o que é e como montar um mapa conceitual.

Algumas semanas depois, na própria sala de aula, os alunos montarão uma exposição de mapas conceituais sobre doenças autoimunes. Esta exposição ocorrerá durante a aula de Biologia e o professor divulgará para os seus colegas de trabalho para que levem as suas turmas. O tempo de aula escasso diante do tamanho do conteúdo é um problema enfrentado pela maioria dos professores de todas as disciplinas escolares, então, a dinâmica da exposição e visitação por outras turmas foi pensado para não atrapalhar o turno escolar.

A sequência didática está detalhada no APÊNDICE D e a cartilha no formato de texto está no APÊNDICE E.

5.3.2. Produto Secundário: Cartilha de Imunologia

A cartilha começa com uma rápida definição para que serve o SI, cita três distúrbios do SI (a autoimunidade é apenas citada aqui) e diferencia os termos infecção e inflamação.

Para entender a origem etimológica da palavra imunologia foi feito um levantamento do porquê e como e quando o termo começou a ser usado e verificou-se que na Roma da antiguidade o termo latino “immunitas” se referia a alguns direitos conferidos aos senadores. A palavra imunologia se derivou do termo latino. Já uma epidemia que aconteceu na Grécia do século V antes de Cristo, aparece nos relatos do general e historiador Trucídides, estando implícito o conceito de imunidade natural.

Essa contextualização histórica, buscando uma maneira interdisciplinar de começar um conteúdo novo é bem interessante para engajar os alunos no que está sendo ensinado. Pode ser muito esclarecedor para os estudantes saber que conceitos e termos científicos tiveram uma origem em tempos mais remotos e se desenvolveram ao longo dos séculos. No caso da imunologia, na cartilha é feita uma linha do tempo das descobertas e os seus autores, o que é importante para mostrar como a ciência trabalha de forma organizada e sistemática.

Depois da abordagem histórica, a cartilha aponta o funcionamento do SI, as suas células e moléculas. A imunidade inata e imunidade adquirida são mostradas separadamente, mas é ressaltado que trabalham em conjunto. O mecanismo da inflamação e da ação dos linfócitos, também, são destacadas.

Para finalizar essa cartilha voltada para os alunos, a visão mais atualizada do sistema imunológico é mostrada, o caráter não bélico em que o principal objetivo do SI é buscar a homeostase. É apontado aqui, o papel do SI na regeneração e cicatrização dos tecidos e a sua interação com o sistema nervoso e endócrino interferindo na produção de hormônios e nas emoções.

Essa abordagem em que o objetivo do SI é a homeostase, não é encontrada nos livros didáticos, na cartilha justifica-se tal fato pois a imunologia se desenvolveu como uma ciência médica em que a busca dos pesquisadores era para cura das doenças que acometiam a população por séculos.

Para a cartilha ficar mais atrativa, uma pessoa que trabalha com desenhos, fez a ilustração.

6. DISCUSSÃO

6.1. Pesquisa documental nas coleções de Ciência da Natureza e suas Tecnologias (CNT) presente do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2021)

O LD é o principal material de apoio ao professor e aos alunos durante as aulas e o PNLD possibilitou a sua ampla distribuição pelas escolas públicas do país (ZAMBON; TERRAZZAN, 2013), tornando o acesso ao LD mais democrático. É importante ressaltar que o LD é norteado pelo currículo vigente à época (MARTINS et al., 2019). Como é de se esperar com a implantação da BNCC, os LDs sofreram profundas modificações.

Na BNCC, as disciplinas escolares de Biologia, Física e Química estão reunidas na área de conhecimento, também chamada de itinerário formativo, das “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, objetivando a interdisciplinaridade dos conteúdos (LEAL, 2021). Os tópicos de cada disciplina aparecem nos livros de forma mais compactada. Observa-se que na tentativa de se buscar uma relação entre as três matérias escolares, os conteúdos de Biologia estão suprimidos e os tópicos de Imunologia estão esvaziados, com ênfase para o chamado “caráter bélico”, ou seja, o ataque por invasores e a defesa pelas células do SI, como nos LDs anteriores à BNCC. A visão mais atualizada da Imunologia, que é a área das Ciências que estuda o SI e o seu funcionamento fisiológico para a manutenção da homeostasia do corpo, não aparece nos LDS, sejam os antigos ou os novos (TOLEDO et al., 2016).

A edição das coleções dos LDs é de 2020, quando a COVID-19 se espalhou pelo mundo. É neste contexto pandêmico que os livros foram finalizados e como é de se esperar, o tema vacinação aparece com força em todas as cinco coleções analisadas, assim como a importância das vacinas para a saúde pública e a relação desta com a produção de anticorpos pelas células do SI. As coleções **Moderna Plus** e **Multiverso** fazem a distinção entre soros e vacinas, uma abordagem de Imunologia bastante comum nos LDs.

As coleções **Conexões** e **Multiversos** se aprofundam um pouco mais na abordagem de Imunologia. A **Multiversos** faz distinção entre as defesas inespecíficas e específicas e cita os componentes de cada uma. Já a coleção **Conexões** vai um pouco mais a fundo, abordando os tipos de linfócitos e diferenciado a imunidade humoral, da celular.

É interessante perceber a interdisciplinaridade no volume Matéria e Energia da coleção **Moderna Plus**, pois um texto sobre o papel da febre como defesa imunológica está no capítulo sobre energia térmica. Percebe-se a conexão entre duas disciplinas, Biologia e Física, das três

que integram as CNT, mostrando a importância de se contextualizar e fazer referências entre os conhecimentos. Aqui, por exemplo, a BNCC consegue abordar os temas de forma interdisciplinar, facilitando a assimilação, abstração e compreensão da integração dos conteúdos pelos estudantes.

Apenas a coleção **Ser Protagonista** faz referência a uma doença autoimune, quando doenças crônicas são abordadas. Um capítulo do livro faz distinção entre a diabetes do tipo I que é autoimune e a diabetes do tipo II que está relacionada ao estilo de vida. Demonstrando que a autoimunidade deletéria ainda é pouco abordada.

A visão de ataque e defesa do SI, ainda é encontrado nos mais recentes LDs voltados para o EM, PNLD/2021, o que pode ser até justificado pela tentativa de se tornar familiar um conteúdo abstrato, mas mesmo assim, continua sendo um enfoque desatualizado em que a sua importância para a regeneração de tecidos e para a homeostasia do organismo não são citadas, sem falar na interação fundamental entre a imunidade e a microbiota. (ANDRADE, 2017).

6.2. Questionários aplicados de forma virtual com professores (*Google forms*)

As respostas às perguntas do questionário são resultado de um conhecimento de anos do alunado da rede pública brasileira, dos conteúdos e do material didático disponibilizado pelo PNLD. O professor de Biologia que participou da pesquisa respondeu às perguntas com base na experiência adquirida, o que demonstra um acúmulo de informações sobre os dados analisados.

Quase metade dos professores respondeu que o assunto que mais desperta o interesse dos seus alunos é a saúde humana, várias temáticas relacionadas a esta fazem parte do cotidiano dos estudantes que querem sempre tirar dúvidas sobre enfermidades que acometem pessoas da sua família, amigos e conhecidos. E, considerando apenas a temática saúde humana, 50% dos docentes apontaram as infecções sexualmente transmissíveis (ISTs) como o assunto eleito por seus alunos. Apenas um professor marcou as doenças autoimunes como preferência do seu público, o que é muito curioso pois o tema quase que não é encontrado nos livros didáticos. Os conhecimentos que os alunos trazem do seu dia a dia sobre a saúde humana quando relacionado a novos conceitos como as enfermidades autoimunes se encaixam na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (DURÉ et al., 2018).

A Bioquímica é a temática que menos desperta o interesse dos alunos, pois é um assunto muito abstrato envolvendo conceitos de Química. Vale ressaltar que nessa questão, ninguém

citou a Imunologia. Quando a pergunta foi sobre a maior dificuldade de se ensinar, também aparece a Bioquímica no topo da lista, a Imunologia aparece com seis votos, sendo que os motivos vão desde uma graduação defasada, superficial e muito teórica o que segundo LIMA (2019), pode resultar na dificuldade em repassar o conteúdo para os alunos do EM até a falta de um material de apoio adequado para se trabalhar em sala de aula e passando pela carga horária reduzida de Biologia.

Quanto ao principal material de uso pedagógico, os professores, em sua maioria, não acham que o LD esteja antiquado, mas não consideram o texto acessível aos seus alunos e não faz uma relação adequada ao cotidiano de cada um. O material, também, não é bem ilustrado, boas figuras e esquemas gráficos contribuem para um entendimento adequado da matéria (PÉREZ DE EULATE, 1999). Finalmente, todos os professores gostariam de ter um material de apoio, mesmo assim, quatro não se sentiriam à vontade em utilizar. Por isso a ideia de elaborar um roteiro para auxiliar os professores a utilizarem a SD sobre doenças autoimunes.

6.3. Produtos

Segundo Sasseron e Carvalho (2007) existem três eixos que estruturam a AC: um relacionado a compreensão básica de termos e conceitos científicos, outro o entendimento da Ciência e os fatores éticos e políticos que norteiam a sua prática e por último, as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, sociedade e meio- ambiente.

O meio utilizado neste trabalho para que os alunos alcancem a AC é a SD. Zabala (1998, p.18) define uma SD como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Através da SD, os alunos se capacitam para entender que a ciência trabalha de maneira sistemática, começam a compreender o método científico e constroem um pensamento crítico.

O produto principal desta dissertação é uma SD com foco na investigação de doenças autoimunes e através da AC criar condições para que os alunos questionem e argumentem para chegar na solução dos problemas propostos (MOTOKANE, 2015). Segundo Carvalho (2013), mais importante que o tipo de atividade a ser explorada, é que haja problemas para serem resolvidos e instrumentos para resolvê-los.

As metodologias presentes na SD deste TCM têm a finalidade de tornar o estudante protagonista da aprendizagem, onde passo a passo, ele acumula conhecimento, trabalha

colaborativamente com os seus colegas de classe, desconstrói ideias e as constrói novamente através do debate, investiga, formula hipóteses e chega a uma conclusão. O objetivo desta SD é trabalhar de forma participativa, contextualizada, onde os estudantes relacionem o seu cotidiano com os novos conteúdos (SIKORA, 2020).

Como fechamento do estudo, o aluno apresenta os seus resultados mostrando tudo aquilo que aprendeu com a SD e que culmina em uma exposição de mapas conceituais sobre as doenças autoimunes, um assunto que praticamente, não aparece nos livros didáticos ou nas aulas de Biologia. Ao contrário da aprendizagem mecânica onde conceitos e conteúdo são decorados, o aluno internaliza o que aprendeu, tornando, assim, a aprendizagem realmente significativa (MOREIRA, 1999).

O produto secundário desta dissertação, é a cartilha, onde buscou-se fazer uma contextualização do ensino do SI como, por exemplo, a origem da palavra imunologia que tem relação com a política institucional milenar. É feito, também, um histórico do desenvolvimento da Imunologia pois essa abordagem é um interessante recurso didático para situar cronologicamente alguns conceitos do conteúdo a ser ensinado (MARQUES, 2010), assim como os seus principais pesquisadores e estudiosos que corroboram com a ideia que a Ciência é sistemática e baseada em um método. Para finalizá-la, é apresentada a visão mais atualizada do SI em que a finalidade é a busca do equilíbrio pelo organismo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Imunologia é uma área relativamente nova da Ciência, somente nos últimos duzentos anos é que ela experimentou um significativo progresso, sendo que muitas descobertas sempre aparecem. Talvez por esse motivo, os conteúdos dessa ciência aparecem de forma reduzida ou não aparecem nos LD de Biologia de EM ou mesmo nas aulas desta disciplina escolar, geralmente, quando estão presentes se restringem a visão de ataque e defesa.

Temas como as doenças autoimunes, pelo menos conhecidas por esse termo, soam pouco familiar pela população em geral, o que dirá pelos alunos de Ensino Médio, mas o assunto alia conhecimentos de Imunologia com os cuidados com a saúde, o que é uma oportunidade para o estudante construir um novo conhecimento e a partir daí divulgar o que aprendeu para os seus familiares e a sua comunidade. A SD foi a ferramenta didática encontrada para promover o protagonismo do aluno, onde ele é capaz de trabalhar seguindo um método científico e as metodologias inseridas nela visam uma contextualização com que o estudante gosta de fazer no seu dia-a-dia.

O mundo globalizado está em constantes e rápidas modificações, o que era novidade no ano passado, por exemplo, nesse ano já caiu em desuso. As crianças e os adolescentes estão muito conectados com esse planeta tecnológico, eles são muito mais atualizados nesse campo do que os seus pais ou professores. Por isso, atualmente, é muito difícil o sucesso de uma educação tradicional e conteudista nos moldes da que era usual antes do advento da internet. Para obter êxito na aprendizagem dos seus alunos, o professor precisa estar atento a novas maneiras de construir o conhecimento, as dinâmicas em sala de aula têm que estar de acordo com a velocidade do mundo fora dos muros da escola.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A. K. **Imunologia celular e molecular**/ Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai; ilustrações de David L. Baker, Alexandra Baker - 8. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. il.; 28 cm. Tradução de: Immunology cellular and molecular.

ANDRADE, V. A. de et al. **Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano**. *Investigações em Ensino de Ciências* – v. 21, n. 3, p. 01-22, 2016<<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p1>> Acesso em 12.05.22.

ANDRADE, V. A. et al. **Perfil epistemológico do conceito sistema imune humano: delineamento e contribuições para o ensino de Imunologia**. *Latin American Journal of Science Education*, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2017.

ARAÚJO, M. D. B. **Prevalência de doenças autoimunes na Atenção Primária à Saúde**. 2017. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Enfermagem) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2017.

AUSUBEL, D.P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2000.

BARRETO, C. M. B.; TEIXEIRA, G. A. P. B. **Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e tecnologia*, v. 6, n. 1, 2013.

BOTELHO, J. C.; ANDRADE, N. B. L. de. **Análise do ensino e aprendizado do tema imunologia em escolas do município de Itaperuna-rj**. *Acta Biomédica Brasiliensia*, v. 9, n. 3, p. 14-27, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. 9394/1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRICCIA, V. *Sobre a natureza da ciência e o ensino*. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**/ Anna Maria Passos de Carvalho, (org.). – São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** In: _____. (org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2013.

COLOMBO JUNIOR, P. D.; MARANDINO, M. **Museus de ciências e controvérsias sociocientíficas: reflexões necessárias.** Journal of Science Communication, América Latina, v. 3, n. 1, p. A02, 2020.

DURÉ, R. C. et al. **Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, p. 259-271, 2018.

FERREIRA, R. A.; RAMOS, L. O. L. **O projeto da MP nº 746: entre o discurso e o percurso de um novo ensino médio. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação,** v. 26, p. 1176-1196, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362018002601295> >Acesso em 15/07/2022.

GOMES, S. F. et al. **Fake News Científicas: Percepção, Persuasão e Letramento.** Ciência & Educação (Bauru), v. 26, 2020.

LEAL, C. A. **Uma Breve Análise do objeto 2 do PNLD 2021 no itinerário “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”:** o que cabe ao ensino de Biologia? Disponível em: < https://pnld.nees.ufal.br/assets/pnld/guias/Guia_pnld_2021_didatico_pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias.pdf > Acesso em 15/07/2022

LERNER, A. et al. **The world incidence and prevalence of autoimmune diseases is increasing.** Int J Celiac Dis, v. 3, n. 4, p. 151-5, 2015.

LIMA, L.C.L. **Imunoeducação: software educacional como ferramenta de aprendizagem no ensino de Imunologia para o Ensino Médio,** 1999. Disponível em: < <http://https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/01/LEILA-TCM.pdf> > Acesso em 31/07/2022.

MARQUES, D. M. **Dificuldades e possibilidades da utilização da história da ciência no ensino de química: um estudo de caso com professores em formação inicial.** 2010.

MARTINS, E. A. et al. **Reformas curriculares em contexto de influência e de produção de texto: proposições para o ensino de ciências no ensino médio.** Pesquisa e Debate em Educação, v. 9, n. 1, p. 620-643, 2019.

MOREIRA, J. D. **A inter-relação entre sistema imuno-neuroendócrino na artrite reumatoide.** 2010. LOPES, C.; AMARAL, F. Explorando o Sistema Imunológico. 2019. Disponível em: < http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20130912164902.pdf > Acesso em 21/06/2022.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** [S. l: s. n], 2012. <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>> Acesso em 20/08/2020.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOTOKANE, M. T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 115-138, 2015.

MURPHY, K. **Imunobiologia de Janeway** [recurso eletrônico] / Kenneth Murphy, Paul Travers, Mark Walport ; tradução Ana Paula Franco Lambert ... [et al.]. – 7.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.

OLIVEIRA, C. I. T. de et al. **Uso do anime hataraku saibou (cells at work!) numa proposta metodológica para o ensino de biologia**. Revista Eletrônica Ludus Scientiae, v. 5, 2021. 01-22, 2016. <<https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/2835>> Acesso em: 08/05/2022

OLIVEIRA, J. de F. F.. **A importância do recurso educativo digital-«Nuvem de Palavras»- como estratégia de ensino-aprendizagem no 1.º Ciclo do Ensino Básico**. 2021. Tese de Doutorado.

PÉREZ DE EULATE, L. et al. **Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria**. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, Vol.: 17 Núm.: 2, p. 165-178, 1999. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21571/21405>> Acesso em: 31/07/2022.

PICCININI, C. L.; ANDRADE, M. C. P. de. **O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora**. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, p. 34-50, 2018.

QUINTANS, A. P. **O que os alunos do ensino médio sabem sobre Sistema Imunitário**. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Departamento de Ensino de Ciências e Biologia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

RECHETZKI, V.; SOUZA, R. D. de. **O ensino de Biologia a partir do estudo das doenças autoimunes como controvérsias sociocientíficas: Uma proposta didática**. REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino, v. 2, n. 2, p. 63-80, 2018.

ROITT, I. M., 1927- **Roitt, fundamentos de imunologia** /Peter J. Delves ... [et al.]; tradução por Carlos Henrique de A. Cosendey, Cláudia Lúcia Caetano de Araújo; revisão técnica Arnaldo Feitosa Braga de Andrade. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 552p.: il.; 28 cm Tradução de: Roitt's essential immunology, 12th ed.

RUH, A.C. et al. **Inflamação: entre a regeneração e a cicatrização**. Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. Investigações em ensino de ciências, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2016. <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>> Acesso em 21/08/2020.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino por CTSA: almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental**, 2007. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p487.pdf>. Acesso em 13/07/2022.

SIKORA, A. **Sequência didática com metodologias ativas para o ensino de anatomia e fisiologia humana no ensino médio**, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/70034> < Acesso em: 31/05/2022.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação e possibilidades. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula/** Anna Maria Passos de Carvalho, (org.). – São Paulo: Cengage Learning, 2019.

SILVA, C. S.; BODSTEIN, R. C. A. **Referencial teórico sobre práticas intersetoriais em Promoção da Saúde na Escola**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 21, p. 1777-1788, 2016.

TOLEDO, K. A. de et al. **O uso de história em quadrinhos no ensino de imunologia para educação básica de nível médio**. Revista Inter Ações, v. 41, n. 3, p. 565-584, 2016.

UNESCO. **O Ensino de Ciências: o futuro em risco**. 2005. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948>> Acesso em 21/08/2020.

VALENTE, J. A.. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida**. Educar em revista, p. 79-97, 2014.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAMBON, L.B.; TERRAZZAN, E. A. **Políticas de material didático no Brasil: organização dos processos de escolha de livros didáticos em escolas públicas de educação básica**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 94, p. 585-602, 2013.

APÊNDICE A - CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Professores)



Você, professor de Biologia está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes” desenvolvida por Priscila Figueiredo de Arroxellas, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela Prof.^a Dr.^a Jennifer Lowe, docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o senhor(a) concorde com a realização do questionário, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. No caso de formulário on-line, o(a) senhor(a) deve imprimir ou salvar em um arquivo.

O senhor(a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

O senhor(a) responderá a um questionário prévio (no *Google Forms*) para saber sobre a sua abordagem dos conteúdos nas aulas de Biologia. Depois de saber mais sobre a abordagem de conteúdos pelo professor de Biologia, a pesquisa seguirá os seguintes procedimentos metodológicos: questionário prévio via *Google Forms* (alunos), sessão de vídeo, visita à instituição de pesquisa e a uma instituição Estadual conveniada. Mas se a atual pandemia da Covid-19 não permitir a concretização de alguma etapa da sequência, como a visita e a Feira, estas serão substituídas por vídeos curtos produzidos pelos alunos, mas em nenhum momento a imagem de algum participante aparecerá.

A sua participação é extremamente importante para a pesquisa pois dará embasamento de como o assunto sobre doenças autoimunes é abordado em sala de aula.

Segundo a resolução 466 e 510 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas envolvem riscos, ainda que mínimos. Desta forma podem ser considerados como riscos ao participante, algum desconforto ou constrangimento ao apresentar ou falar sobre o tema proposto e até o cansaço ao responder às perguntas prévias. Em ambiente virtual, também

existem riscos mínimos como a eventual quebra do anonimato, mas assim que recebermos os formulários digitais, o seu nome será transformado em um código e apenas dois pesquisadores manipularão os dados. Mas mesmo assim, se ocorrer algum dano, você tem direito de buscar indenização. Os dados da pesquisa ficarão arquivado no computador pessoal da pesquisadora principal.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema”.

ENDEREÇO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO:

Hospital Universitário Clementino Fraga Filho- UFRJ Rua Prof.º Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255- 7º andar- Ala E. Cidade Universitária/ Ilha do Fundão- Rio de Janeiro/ RJ- CEP: 21.941-913 Telefones: 3938-2480/ Fax: 3938-2481 Horário de funcionamento: de segunda-feira a sexta-feira, de 8h às 16h, e-mail: cep@hucff.ufrj.br.

CONTATO DOS PESQUISADORES:

Mestranda: Priscila Figueiredo de Arroxellas, e-mail: pfarroxellas@gmail.com
Celular: 21 9649.99607

Orientadora: Prof.ª Drª Jennifer Lowe, e-mail: lowe@biof.ufrj.br

Professora Associada Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (UFRJ).

Endereço: Av. Carlos Chagas Filho, 373 – I2-035 - Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21941-902.

Priscila Figueiredo de Arroxellas
(Pesquisadora Responsável)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Eu, _____, CPF _____, declaro que concordo em participar da pesquisa “Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes”

Assinatura do participante: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PRÉVIO (PROFESSORES)_Formato físico do questionário virtual. Questionário direcionado a professores de Biologia da rede pública de ensino com o intuito de coletar informações acerca de conteúdos abordados no ensino médio.

1- Há quanto tempo leciona Biologia na rede pública?

- 0-5 anos 10-20 anos 5-10 anos mais de 30 anos

2- Qual a temática que desperta ou despertou **maior** interesse nos seus alunos?

- Anatomia e fisiologia do corpo humano
 Bioquímica
 Botânica
 Classificação dos seres vivos
 Ecologia
 Evolução
 Imunologia
 Origem da vida
 Temas relacionadas à saúde humana

Por que marcou esta opção?

3- Qual a temática que desperta ou despertou **menor** interesse nos seus alunos?

- Anatomia e fisiologia do corpo humano
 Bioquímica
 Botânica
 Classificação dos seres vivos
 Ecologia
 Evolução
 Imunologia
 Origem da vida
 Temas relacionadas à saúde humana

Por que marcou esta opção?

4- Das temáticas abaixo, qual você tem **maior** dificuldade em ensinar?

- () Anatomia e fisiologia do corpo humano
- () Bioquímica
- () Botânica
- () Classificação dos seres vivos
- () Ecologia
- () Evolução
- () Imunologia
- () Origem da vida
- () Temas relacionadas à saúde humana

Descreva as possíveis causas para tua escolha.

5- Considerando a temática da saúde, o que desperta mais interesse pelo alunado?

- () Doenças autoimunes
 - () Doenças ou condições genéticas
 - () Doenças relacionadas ao estilo de vida (diabetes tipo 2, hipertensão, etc...).
 - () Infecções sexualmente transmissíveis
 - () Nutrição e estilo de vida
 - () Outras doenças infectocontagiosas. **Qual(uais)?**
-

6- Sobre o tema imunologia nos livros didáticos, responda às questões abaixo.

6.1- Os conceitos de imunologia são antiquados?

- () Sim () Não

6.2- O texto sobre imunologia é acessível aos alunos?

Sim Não

6.3- O material é bem ilustrado?

Sim Não

6.4- O material faz boa correlação com a vida cotidiana do aluno?

Sim Não

7- Sobre um material (e-book ou cartilha) auxiliar, ainda em produção, que seja adequado para trabalhar os conteúdos de imunologia em sala de aula, responda:

7.1- Você se sentiria confortável em trabalhar com algum material auxiliar?

Sim Não

7.2- Você gostaria de ter disponibilizado algum material auxiliar?

APÊNDICE C - ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD/2021

- a) **Coleção Conexões, volumes: Conservação e transformação; Energia e ambiente; Matéria e energia; Saúde e tecnologia; Terra e equilíbrios; Universo, materiais e evolução.**

Coleção: Conexões	Código: 01999P2123	Autor: Miguel Thompson <i>et al</i>
Editora: Moderna	Edição: 1 ^a	Ano: 2020
Volume(s): Conservação e transformação (CT) e Saúde e tecnologia (ST).	Número de páginas: CT: 152 ST: 160	
Aborda imunologia?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Nº de págs. que abordam imunologia: CT: 1 ST: 4	Páginas que fazem a abordagem: CT: 91 ST: 28, 97, 98 e 99	

Abordagens da imunologia	<p><u>CT</u>: pág. 91- exemplifica, dentro do capítulo sobre as moléculas da vida, que os anticorpos são proteínas com função protetora do organismo.</p> <p><u>ST</u>: pág. 28- cita as células do sangue e os leucócitos como células da defesa imunitária.</p> <p>Págs. 97, 98 e 99- cita, resumidamente, a imunidade humoral e celular. Nestas páginas, as vacinas também são abordadas.</p>
---------------------------------	--

- b) **Coleção Diálogo, volumes: Energia e sociedade: uma reflexão necessária; O universo da ciência e a ciência do universo; Ser humano e meio ambiente: relações e consequências; Ser humano, Origem e funcionamento; Terra: um sistema dinâmico de matéria e energia; Vida na Terra: como é possível?**

Coleção: Diálogo	Código: 0196P21203	Autor: Kelly C. dos Santos <i>et al</i>
Editora: Moderna	Edição: 1 ^a	Ano: 2020
Volume(s): Ser humano e meio ambiente: relações e consequências	Número de páginas: 160	
Aborda imunologia?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Nº de págs. que abordam a imunologia: 1	Páginas que fazem a abordagem: 111	

Abordagens da Imunologia	Inserida no capítulo “Cuidados com o corpo humano”, aparece a vacinação como medida para prevenção de doenças, pois as vacinas estimulam as defesas do organismo por meio da produção de anticorpos.
---------------------------------	--

c) **Coleção Moderna Plus, volumes: Água e vida; Ciência e Tecnologia, Humanidade e ambiente, Matéria e energia, O conhecimento científico; Universo e evolução.**

Coleção: Moderna Plus	Código: 0198P21203	Autor: José M. Amabis
Editora: Moderna	Edição: 1º	Ano: 2020
Volume(s): Matéria e energia	Número de páginas: 160	
Aborda imunologia?	(X) Sim	() Não
Nº de págs. que abordam imunologia: 3	Páginas que fazem a abordagem: 49, 100 e 101	
Abordagens da Imunologia	<p>Pág. 49 – um texto sobre a febre faz referência ao sistema imunológico (a febre colabora com o sistema de defesa contra os agressores externos). Está no capítulo “Energia Térmica”, em que o livro sugere que seja trabalhado pelo professor de Física.</p> <p>Págs. 100 e 101- O sistema imunológico aparece inserido no tópico sobre o sistema cardiovascular. Fala-se de linfócitos, produção de anticorpos, que as células de memória são a base da vacinação. Além das vacinas, o livro cita os soros.</p>	











d) **Coleção Multiversos: Ciência, sociedade e ambiente; Ciência, tecnologia e ambiente; eletricidade na sociedade e na vida; Matéria, energia e a vida, Movimentos e equilíbrios na natureza; Origens.**

Coleção: Multiversos	Código: 0221P21203	Autor: Leandro Godoy et al.
Editora: FTD	Edição: 1ª	Ano: 2020
Volume(s): Ciência, tecnologia e cidadania	Número de páginas: 160	
Aborda Imunologia?	(X) Sim	() Não
Nº de págs. que abordam imunologia: 8	Páginas que fazem a abordagem: 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82	
Abordagem da Imunologia	A temática da imunologia está incluída num capítulo ou tema, “Vacinas e soros”. Aqui fala-se das campanhas de vacinação, diferenças entre soros e vacinas, as defesas do organismo (específicas e inespecíficas), antígenos, anticorpos, biotecnologia na produção de vacinas.	

- e) **Coleção Ser Protagonista, volumes: Ambiente e ser humano; Composição e estrutura dos corpos, Energia e transformações; Evolução, tempo e espaço; Matéria e transformações; Vida, saúde e genética.**

Coleções: Ser Protagonista	Código: 0201P21203	Autor: João B. Aguilár <i>et al</i>
Editora: SM	Edição: 1^a	Ano: 2020
Volume(s): Composição e estrutura dos corpos (CEC) e Vida, saúde e genética (VSG)	Número de páginas:	
	CEC: 160	
	VSG: 160	
Aborda Imunologia?	(X) Sim	() Não
Nº de págs. que abordam imunologia:	Páginas que fazem a abordagem:	
<u>CEC</u>: 1, <u>VSG</u>: 3	<u>CEC</u> : 124, <u>VSG</u> : 91, 108, 110	
Abordagem da Imunologia	<u>CEC</u> : pág. 124- faz breve referência às proteínas do sistema imunológico. <u>VSG</u> : pág. 91_ cita os linfonodos e a produção de anticorpos dentro do sistema linfático. Pág. 108- a importância da vacinação para a saúde pública. Pág. 110- faz referência a diabetes tipo I (autoimune).	

APÊNDICE D - PRODUTO (Sequência didática)

  <p>Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo das doenças autoimunes</p> <p>Mestranda: Priscila Figueiredo de Arroxellas Orientação: Prof^a. Dr^a. Jennifer Lowe</p> 	  <p>A CAPES pelo apoio financeiro, este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.</p> 	   
--	--	--

1ª semana (2 aulas de 50 minutos)

1- Aula invertida: antes da aula os alunos serão orientados a ler a cartilha confeccionado por mim. A cartilha faz uma análise do início e o desenvolvimento da Imunologia ao longo da história, fala da função e atuação do SI e traz uma visão mais atualizada do tema.

2- A aula começará na sala de informática ou auditório (onde tiver uma televisão). O vídeo exibido será o episódio 3, "Influenza" da 1ª temporada da animação japonesa (Anime) "Cells at work!" (23'40").

3- Durante a exibição do vídeo, cada aluno anotará os nomes dos personagens, estes correspondem às células do SI.

4- Após a exibição do vídeo, na sala de informática da escola, os alunos se dividirão em grupos de 4/5 pessoas para a montagem de uma nuvem de palavras colaborativa utilizando um aplicativo.

Sugestão: WordArt (<https://wordart.com/>) ou WordClouds (<https://www.wordclouds.com/>). Os integrantes dos grupos trocarão ideias das palavras. O professor imprimirá a nuvem de palavras colaborativo.

5- Após a produção da nuvem de palavras, estudantes e docente se reunirão para uma tempestade de ideias, onde discutirão sobre o vídeo de anime, a relação dele com a cartilha e a nuvem de palavras.



Exemplo de "nuvem de palavras" com o aplicativo WordArt



2ª semana (2 aulas de 50 minutos)

1- A segunda semana da SD começará na sala de informática ou auditório com a exibição do vídeo "Alergia a pólen de cedro" da série japonesa "Cells at Work!" (3º episódio da 1ª temporada).

2- Depois da exibição do vídeo, o(a) docente fará as perguntas norteadoras da sequência didática investigativa.

- O que motivou a resposta alérgica vista no vídeo? Esse é um fator interno ou externo ao organismo?
- No caso da rejeição de transplantes de órgãos, o que motivou a repulsão é um fator externo ou interno?
- O que significa o termo autoimune? E doenças autoimunes?



3- Os alunos formularão hipóteses e com a ajuda e o direcionamento do professor, chegarão à conclusão sobre o que é uma doença autoimune. Para confirmar as hipóteses, os estudantes pesquisarão em sites confiáveis sobre autoimunidade.



4- Após, os alunos se reunirão nos grupos anteriormente formados e o(a) professor(a) sorteará as doenças autoimunes. Como sugestão, foram escolhidas algumas doenças para o sorteio, cada grupo ficará com uma doença, as enfermidades selecionadas dependem do número de grupos da turma.

- Alopecia aerata;
- Artrite reumatóide;
- Diabetes do tipo I;
- Doença de Crohn;
- Esclerose múltipla;
- Lupus eritematoso sistêmico;
- Tireoidite de Hashimoto;
- Vitiligo.



5- Ainda na sala de informática e utilizando os computadores, os grupos de alunos farão uma pesquisa sobre a doença sorteada.

Tópicos da pesquisa:

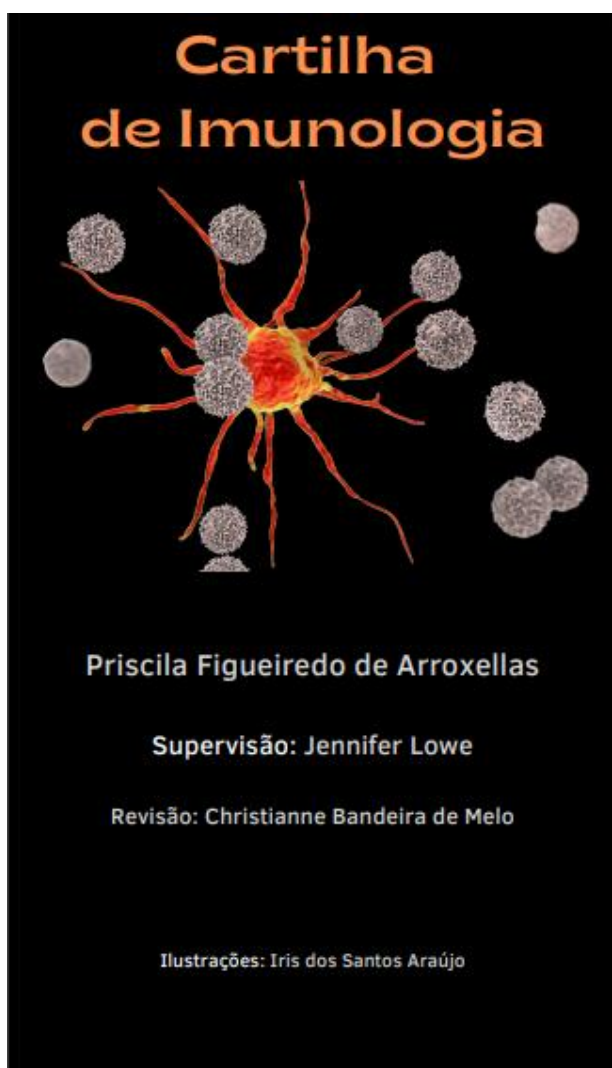
- O que é?
- Órgão(s) acometido(s);
- Sintomas.
- Tratamento



6- Antes de acabar a aula o professor falará a respeito do mapa conceitual, explicará o que é e como se constrói um, pois os alunos apresentarão o resultado da pesquisa através dessa metodologia. Os mapas conceituais deverão ser confeccionados manualmente em papel quarenta quilos, de modo que a visualização fique bem interessante.



7- Depois de umas duas semanas do fim da sequência didática, os grupos de alunos farão uma exposição dos mapas conceituais construídos na sua própria sala de aula, durante o horário da aula de Biologia. Alunos de outras turmas serão convidados a visitar a apresentação com os seus respectivos professores

APÊNDICE E - PRODUTO SECUNDÁRIO (Cartilha)**Cartilha
de Imunologia**

Priscila Figueiredo de Arroxellas

Supervisão: Jennifer Lowe

Revisão: Christianne Bandeira de Melo

Ilustração: Iris dos Santos Araújo

Rio de Janeiro
2022



O SISTEMA IMUNOLÓGICO

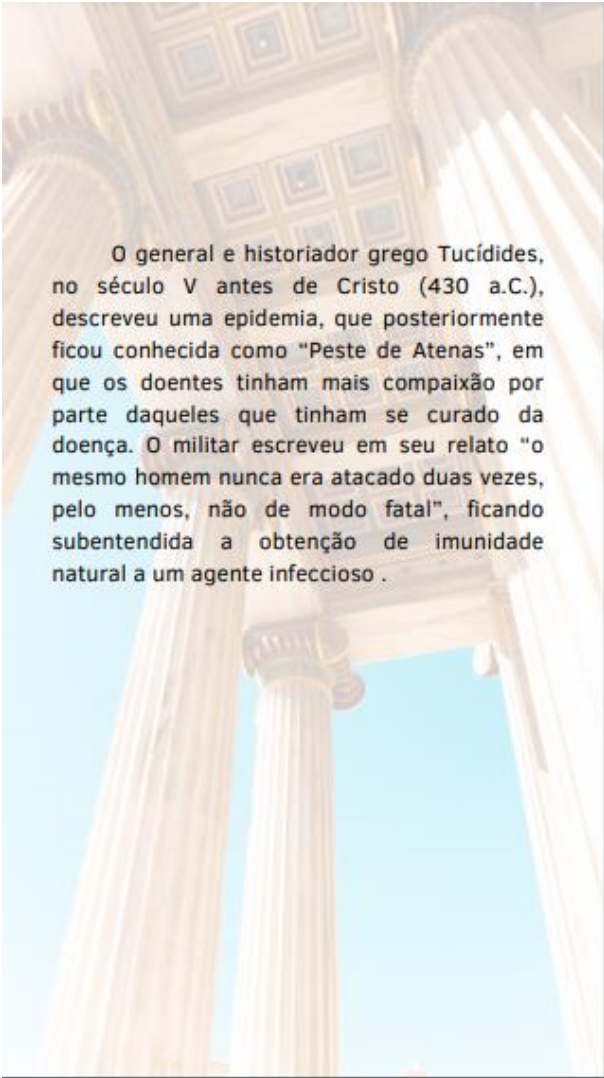
A função do sistema imunológico (SI) é proteger o organismo contra agentes externos e para isso conta com inúmeras células e moléculas. O SI está em constante alerta fazendo um monitoramento eficaz ao ataque de invasores e também, muitas vezes, destruindo células infectadas por microrganismos e células cancerígenas.

Observa-se, também, três distúrbios deste sistema: hipersensibilidade (reação exacerbada a fatores externos, exemplo: alergia), autoimunidade (ataque a células e tecidos saudáveis do próprio organismo, exemplo: doenças autoimunes) e imunodeficiência (baixa ou fraca resposta do SI a agentes invasores, exemplo: a AIDS).

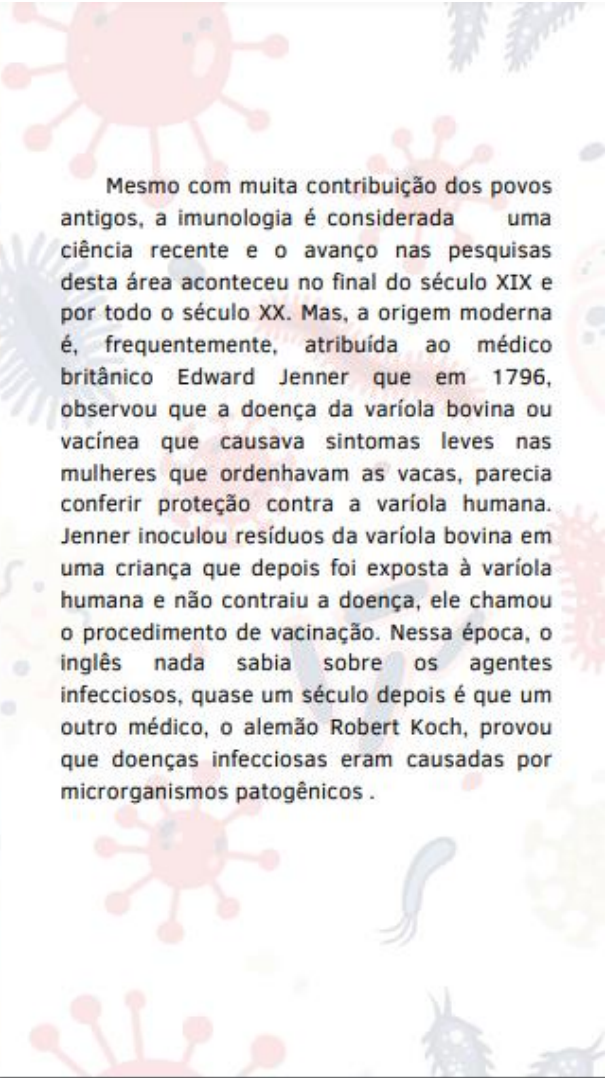
Uma infecção é a invasão do organismo por um agente patogênico e a inflamação é a resposta do corpo aos invasores.

Mas o que significa imunologia? Qual é a história por trás do sistema imunológico?

O termo imunidade se origina de uma palavra latina "immunitas" que se refere a isenção de deveres cívicos e de processos legais oferecida aos senadores romanos em seus mandatos. Ainda hoje, é utilizado o termo "imunidade parlamentar" em referência ao conjunto de direitos daqueles que ocupam um lugar no parlamento (deputados e senadores) objetivando o exercício do mandato com liberdade. Esta "imunidade parlamentar" não é um direito pessoal e sim da função exercida pelo indivíduo.

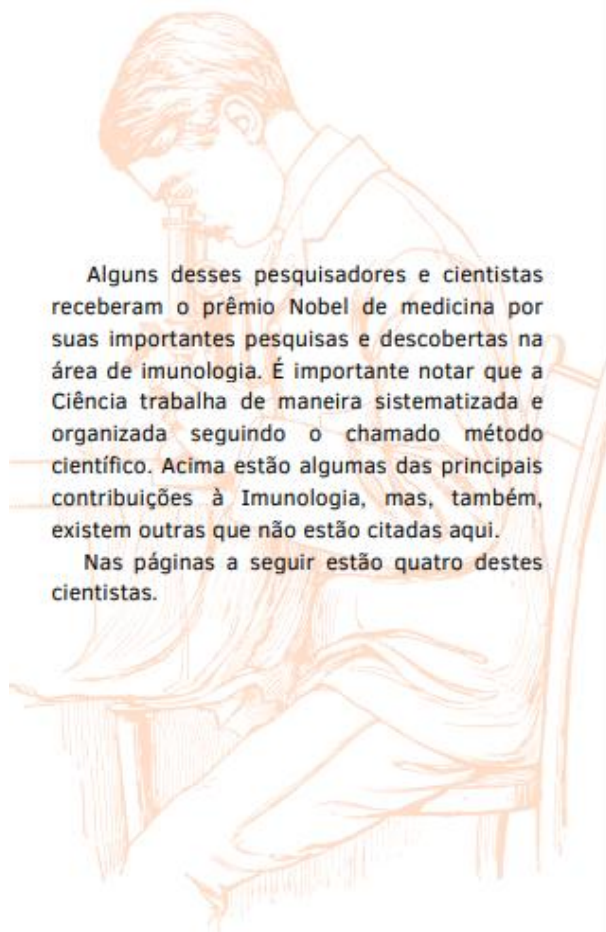


O general e historiador grego Tucídides, no século V antes de Cristo (430 a.C.), descreveu uma epidemia, que posteriormente ficou conhecida como "Peste de Atenas", em que os doentes tinham mais compaixão por parte daqueles que tinham se curado da doença. O militar escreveu em seu relato "o mesmo homem nunca era atacado duas vezes, pelo menos, não de modo fatal", ficando subentendida a obtenção de imunidade natural a um agente infeccioso .



Mesmo com muita contribuição dos povos antigos, a imunologia é considerada uma ciência recente e o avanço nas pesquisas desta área aconteceu no final do século XIX e por todo o século XX. Mas, a origem moderna é, frequentemente, atribuída ao médico britânico Edward Jenner que em 1796, observou que a doença da varíola bovina ou vacínea que causava sintomas leves nas mulheres que ordenhavam as vacas, parecia conferir proteção contra a varíola humana. Jenner inoculou resíduos da varíola bovina em uma criança que depois foi exposta à varíola humana e não contraiu a doença, ele chamou o procedimento de vacinação. Nessa época, o inglês nada sabia sobre os agentes infecciosos, quase um século depois é que um outro médico, o alemão Robert Koch, provou que doenças infecciosas eram causadas por microrganismos patogênicos .





Alguns desses pesquisadores e cientistas receberam o prêmio Nobel de medicina por suas importantes pesquisas e descobertas na área de imunologia. É importante notar que a Ciência trabalha de maneira sistematizada e organizada seguindo o chamado método científico. Acima estão algumas das principais contribuições à Imunologia, mas, também, existem outras que não estão citadas aqui.

Nas páginas a seguir estão quatro destes cientistas.



Figura 1. Edward Jenner

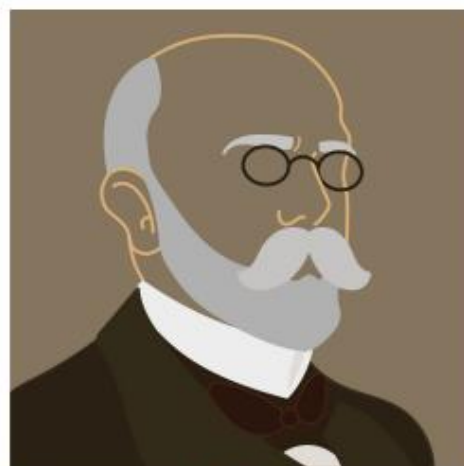


Figura 2. Robert Koch



Figura 3. Louis Pasteur



Figura 4. Elie Metchnikoff

Imunidade inata (inespecífica) e Imunidade adquirida (específica)

Uma pessoa tem dois sistemas de defesa do organismo, um inespecífico e outro específico. Veremos como funciona cada um. É importante frisar que os dois tipos de imunidade atuam em conjunto existem células que fazem, até mesmo, uma transição entre os dois, como é o exemplo das células dendríticas.

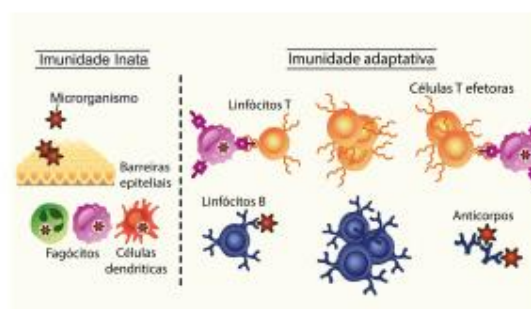


Figura 5. Representação da imunidade inata e imunidade adaptativa ou adquirida. Ilustração inspirada em ABBAS et al., 2015, pág.25

Imunidade inata (inespecífica)

Este tipo de defesa não é específico para algum tipo de microrganismo invasor, sua atuação é bem generalista e fornece uma defesa inicial e rápida. Já nascemos com a imunidade inata que possui duas linhas de defesa .

1ª linha de defesa

Barreira formada pela pele e as mucosas de revestimento.

- **Pele:** A epiderme com suas várias camadas é uma das principais defesas do organismo, pois é só imaginar o tamanho que ela ocupa em nosso corpo.
- **Mucosas de revestimento de cavidades:** conjunto formado por epitélio mais tecido conjuntivo que reveste as cavidades úmidas do corpo. Exemplos: mucosa nasal, mucosa oral, mucosa ocular, mucosa anal, mucosa vaginal, etc.....Junto a essas mucosas, muitas vezes, encontram-se muco como o muco nasal.

2ª linha de defesa

- **Substâncias químicas.** Exemplos: o ácido clorídrico presente em nosso estômago que destrói algum microrganismo que por ventura seja ingerido junto com o alimento e a lágrima que é uma solução que pode eliminar o agente invasor.
- **Células inespecíficas.** Glóbulos brancos ou leucócitos dos tipos macrófagos e neutrófilos . Estes três tipos são células fagocitárias que englobam ("engolem") os microrganismos de forma inespecífica.



Imunidade adquirida (específica)

Este tipo de imunidade se adapta ao longo da vida de uma pessoa, esta adaptação ocorre por causa da exposição a agentes ou microrganismos que invadem o organismo. A imunidade adquirida é específica, pois o organismo é estimulado a se defender de um determinado agente normalmente, que já esteve presente no organismo no passado. E quando é atacado por outro invasor diferente, o SI não consegue atacar por este ser específico.

A imunidade adquirida está dividida em dois ramos, a imunidade humoral que está relacionada a produção de anticorpos e substâncias químicas pelo organismo e a imunidade celular que se refere à capacidade de algumas células do sistema imune (alguns tipos de linfócitos) eliminar/matar outras células prontas que "sinalizam" alguma normalidade.

Quais são os componentes do sistema imunológico?

O sistema imunológico é um só, pois a imunidade inata e a imunidade adquirida trabalham em conjunto e essa divisão diz respeito ao que é específico e ao que é inespecífico. Algumas células fazem conexão entre os dois tipos de imunidade. Na maioria das vezes um invasor é retido nas linhas de defesa da imunidade inata e o organismo não necessita da ação da imunidade adaptativa.

O sistema imunológico é formado por várias células (tipos de leucócitos ou glóbulos brancos), tecidos, alguns órgãos (chamados órgãos linfoides) e algumas moléculas ou substâncias que funcionam como sinalizadores.

Os órgãos linfoides estão divididos em primários e secundários. Os primários produzem as células imunológicas ou servem para maturá-las. Os secundários são os locais onde ocorrem muitas respostas imunológicas.

Órgãos Linfoides

Primários:

Medula óssea vermelha: localizada no interior das extremidades de ossos longos, as células do sistema imunológico (leucócitos) e outras células sanguíneas (hemácias e plaquetas) se originam aqui a partir de células tronco hematopoiéticas.

Timo: os linfócitos T são maturados aqui, já os linfócitos B são maturados na própria medula óssea vermelha.

Secundários:

- Apêndice
- Baço
- Linfonodos
- Tonsilas

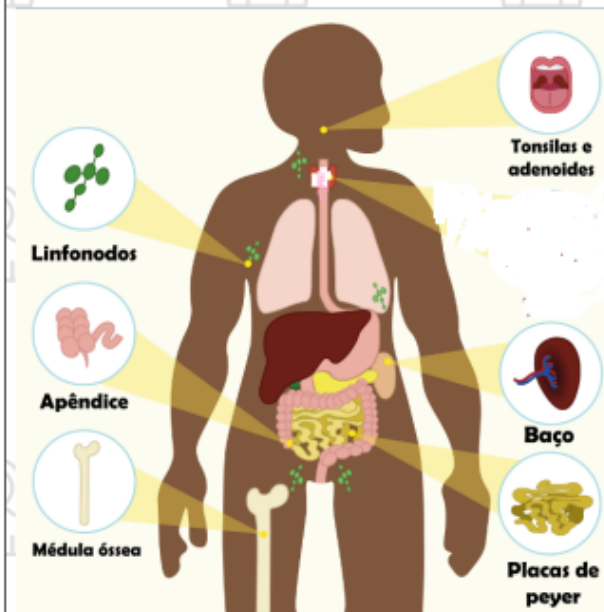


Figura 6. Órgão Linfoides

Tipos de células (leucócitos) do sistema imunológico

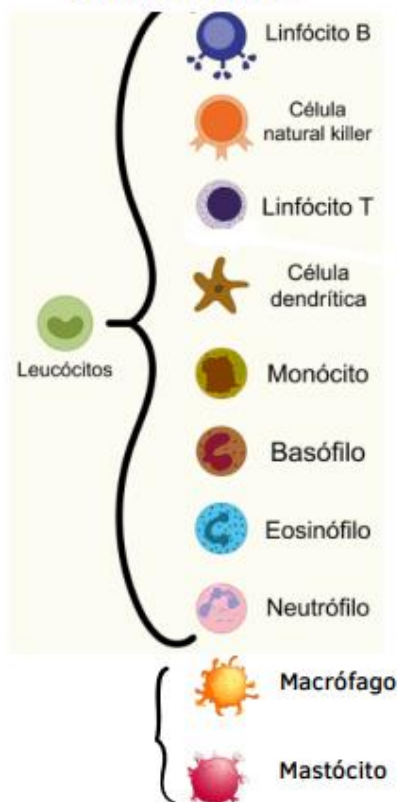


Figura 7. Células do sistema imunológico

- **Neutrófilos:** localizados no sangue, são células fagocitárias, mas não "apresentam" os antígenos (invasores) para os linfócitos.
- **Mastócitos:** se localizam no tecido conjuntivo, produzem histamina e heparina.
- **Basófilos:** se localizam no sangue, produzem histamina e heparina. Diferentemente dos mastócitos que liberam as substâncias no tecido conjuntivo, os basófilos as soltam na corrente sanguínea.
- **Eosinófilos:** localizados no sangue, são envolvidos em processos alérgicos e infecções por parasitas multicelulares.
- **Macrófagos:** são monócitos que migram do sangue para o tecido conjuntivo e se transformam em macrófagos, são células fagocitárias que "apresentam" os antígenos para os linfócitos.
- **Monócitos:** são os maiores leucócitos observados ao microscópio, se transformam em macrófagos.

- **Células dendríticas:** possuem projeções e parecem estrelas, estas células se localizam no tecido conjuntivo e são as principais apresentadoras de antígenos do sistema imunológico.
- **Células *Natural Killers*:** reconhecem células estranhas ao organismo como as infectadas por vírus e células cancerígenas.
- **Linfócitos:**

Linfócitos T CD4+ ou auxiliares: recebem informações dos macrófagos e células dendríticas e estimulam os linfócitos CD8+ e os linfócitos B.

Linfócitos T CD8+ ou matadores ou citotóxicos: reconhecem e matam células contaminadas por agentes externos.

Linfócitos B: produzem anticorpos (imunoglobulinas):

- **IgA:** nas mucosas, saliva, lágrima.
- **IgD:** no plasma sanguíneo, está em quantidade muito pequena.
- **IgE:** presente nas alergias, na invasão por vermes.
- **IgG:** principal anticorpo, está em maior quantidade e atravessa a barreira placentária.
- **IgM:** receptor de linfócito B, também está em grande quantidade.

Célula de memória: linfócitos T ou B que já tiveram um contato anterior com um determinado invasor.

Moléculas ou substâncias do sistema imunológico

Além das células, o organismo produz as citocinas e quimiocinas, proteínas que servem de comunicação e sinalização entre as células do sistema imunológico. Elas se ligam a receptores específicos de algumas células e as atraem para o local da infecção.

Estas moléculas, também, ativam as atividades celulares pertinentes aos diferentes leucócitos, como por exemplo: induzir síntese proteica, fagocitar, degranular, produzir radicais livres.

Como ocorre uma inflamação após um estímulo ou invasão de microrganismos?

Após um corte com uma faca, por exemplo, o que ocorre no organismo de uma pessoa é uma inflamação ou resposta inflamatória que causa vermelhidão, queimadura, dor e inchaço no local.

Quando a faca rompe a barreira da pele traz junto bactérias, então, substâncias químicas são liberadas pelas células lesadas que estimulam os mastócitos, que estão no tecido conjuntivo (entre a camada de células epiteliais da pele e os capilares sanguíneos), a liberarem histamina. Esta substância vai para a parede do capilar fazendo que ele dilate e uma célula se afaste da outra e neutrófilos escapem para o tecido conjuntivo que já tem outras células fagocitárias como macrófagos e células dendríticas, mas é necessário mais fagócito para destruir os invasores.

As células dendríticas também apresentam as bactérias invasoras para os linfócitos T, isso se houver necessidade da ação da imunidade adquirida.

Na reação alérgica ocorre algo parecido, quando o corpo entra em contato com o grão de pólen, ácaros, picadas de insetos, etc.... Os mastócitos liberam histamina que causa uma reação inflamatória do nosso organismo.

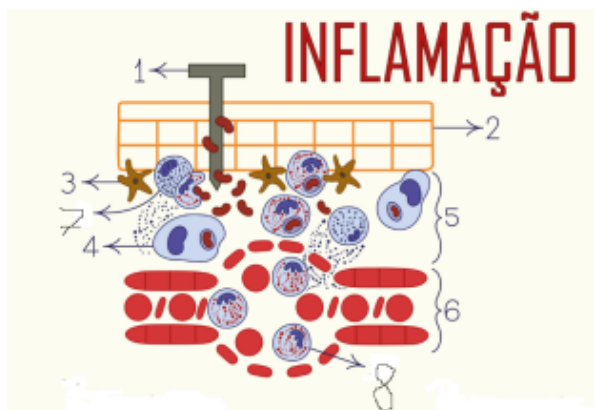


Figura 8. Esquema da inflamação

Legenda da figura

1. Prego (estímulo)
2. Tecido epitelial
3. Células dendríticas
4. Macrófago
5. Tecido conjuntivo
6. Capilar sanguíneo
7. Mastócito
8. Neutrófilo

Ação dos linfócitos

A imunidade adquirida entra em atividade quando a imunidade inata não é suficiente para conter os invasores. Os dois ramos da imunidade adquirida são acionados.

- Imunidade celular: os linfócitos T destroem as células do organismo infectadas e memorizam o invasor (antígeno).
- Imunidade humoral: os linfócitos B produzem anticorpos.

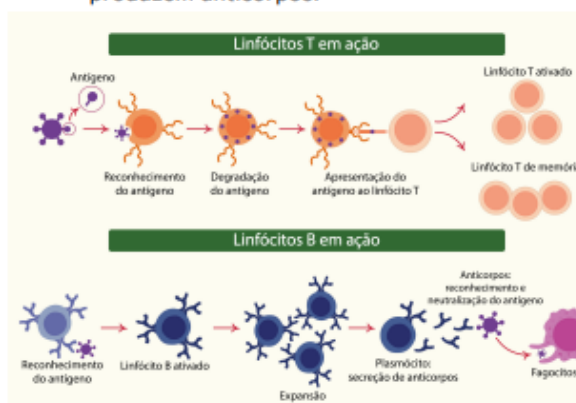


Figura 9. Atuação dos linfócitos T e linfócitos B

Visão mais atualizada do sistema imunológico (não bélica)

Os estudos de imunologia tiveram o seu início na tentativa de descobrir a cura para algumas doenças. Portanto, foram estudos médicos e tão importantes, que muitos dos pesquisadores da área ganharam o prêmio Nobel de medicina. Destes estudos, surgiu a primeira vacina, para tratar doenças infectocontagiosas e é importante ressaltar que a descoberta dos microrganismos invasores aconteceu posteriormente a ela. Por esse motivo, o sistema imunológico ficou por muito tempo "preso" a visão de ataque e defesa, denominado por isso de visão bélica. Mas, mais recentemente, a visão biológica do sistema imunológico para a manutenção da vida, ganhou um destaque maior. Desta forma, podemos afirmar que o maior objetivo do sistema imune é ajudar a manter o equilíbrio vital do organismo, denominado homeostase (equilíbrio interno).

O sistema imune tem papel fundamental na regeneração e cicatrização de tecidos. Em mamíferos a regeneração total só é observada na vida intrauterina e em alguns órgãos como o fígado, mas em outros animais ela acontece por inteiro, como a cauda da lagartixa, por exemplo. Quando falamos em regeneração o tecido é reconstituído e não perde a sua função. Na cicatrização, que ocorre nos animais e na espécie humana, ocorre a formação de um tecido fibroso que perde a sua função. Nos dois processos citados ocorre uma inflamação, onde os componentes celulares e os sinalizadores do sistema imunológico são recrutados para o local da lesão.

A interação entre os nossos sistemas imunológico, endócrino e nervoso traz consequências para a nossa saúde física e mental. Podemos sofrer alterações psicológicas que alteram o sistema nervoso central frente a algumas doenças infectocontagiosas, tumores e autoimunes, bem como alguns hormônios (cortisol e adrenalina); a alteração das nossas emoções influem diretamente na resposta imune.

As interações entre o organismo e a microbiota (microrganismos que habitam o interior de um organismo) são fundamentais para o fortalecimento do sistema imunológico do indivíduo e a consequente manutenção da vida. Os componentes do SI vivem em uma relação ecológica perfeitamente harmônica com os microrganismos

Referências

- ABBAS, A. K. *Imunologia celular e molecular*/ Abul K. Abbas, Andrew H. Lichtman, Shiv Pillai; Ilustrações de David L. Baker, Alexandra Baker – 8. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. II, 28 cm. Tradução de: *Immunology cellular and molecular*.
- ANDRADE, V. A. de et al. Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano.. *Investigações em Ensino de Ciências* – v. 21, n. 3, p. 01-22, 2016 <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.jenci2016v21n3p1>
- CARVALHO, C.; RAPOSO, C.; REIS, D. Uma perspectiva imunológica., 2002.
- CRUVINEL, W. de M. et al. Sistema imunitário: Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 50, n. 4, p. 434-447, 2010.
- DANIEL-RIBEIRO, C. T.; MARTINS, Y. C. Uma (não tão) breve história da imunologia cognitiva: mecanismos de geração e manutenção da diversidade do repertório imune. *Neurociências*, v. 5, n. 4, p. 189-211, 2009.
- LENZA, P. *Direito Constitucional-Esquematizado*. Saraiva Educação SA, 2022.
- LOPES, C.; AMARAL, F. Explorando o Sistema Imunológico. 2019. http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQ_UI20130912164902.pdf Acesso em 21/06/2022.
- MOREIRA, J. D. A inter-relação entre sistema imuno-neuroendócrino na artrite reumatóide. 2010. <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-97QPCZ>. Acesso em 21/06/2022.
- MURPHY, K. *Imunobiologia de Janeway* [recurso eletrônico] / Kenneth Murphy, Paul Travers, Mark Walport ; tradução Ana Paula Franco Lambert ... [et al.]. – 7.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.
- RUH, Anelice Calixto et al. Inflamação: entre a regeneração e a cicatrização. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2013.
- VAZ, N. et al. Onde está o organismo? derivas e outras histórias na biologia e imunologia. 2011. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/188057>. Acesso em 21/06/2022.
- VILANOVA, M. Vacinas e imunidade. *Revista de Ciência Elementar*, v. 8, n. 2, 2020.

ANEXO A - PARECER DE APROVAÇÃO NO CEP

UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: QUANDO O SISTEMA IMUNOLÓGICO É O INIMIGO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ESTUDO DE DOENÇAS AUTOIMUNES.

Pesquisador: PRISCILA FIGUEIREDO DE ARROXELLAS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52167621.1.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.089.942

Apresentação do Projeto:

Protocolo 241-21 recebido em 21/09/2021.

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 5.089.942

/ Brochura Investigador	docx	16:30:44	FIGUEIREDO DE ARROXELLAS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinaturas.pdf	14/09/2021 16:30:04	PRISCILA FIGUEIREDO DE ARROXELLAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 09 de Novembro de 2021

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador(a))

ANEXO B - CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL METROPOLITANA II
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO CLÉLIA NANCI



DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

Eu, Renato do Carmo Póvoas, diretor do Instituto de Educação Clélia Nanci, autorizo a realização da pesquisa intitulada **“Quando o sistema imunológico é o inimigo: o uso de uma sequência didática investigativa no estudo de doenças autoimunes”** a ser realizada em nosso colégio pela professora Priscila Figueiredo de Arroxellas, sob orientação da professora Jennifer Lowe, com o seguinte objetivo: desenvolver uma metodologia capaz de auxiliar a compreensão dos alunos sobre o tema proposto, buscando maneiras mais dinâmicas, eficientes e complementares da apresentação deste assunto em sala de aula. Ao mesmo tempo, autorizo que o nome desta instituição conste no relatório final, bem como futuras publicações em eventos e periódicos científicos.

Ressaltamos que os dados coletados deverão ser mantidos em absoluto sigilo de acordo com as Resoluções nº 510/16 e 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS), que tratam da pesquisa envolvendo seres humanos. Salientamos ainda que tais dados serão utilizados somente para a realização deste estudo ou serão mantidos permanentemente em um banco de dados de pesquisa, com acesso restrito, para utilização em pesquisas futuras. Ressalto, ainda, que a pesquisa somente poderá ser iniciada após a aprovação do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Rio de Janeiro, 1º de março de 2021.

Renato do Carmo Póvoas
Diretor Geral
Secretaria de Educação Clélia Nanci
Rua de São João, 117 - 1º andar
Mar. 081.7962-3 / 08-4182283-4

Renato do Carmo Póvoas
Diretor Geral