

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

**ELABORAÇÃO DE LIVRO DIGITAL CONTENDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA E USO DO
ZEBRAFISH COMO METODOLOGIA ATIVA, INVESTIGATIVA, NO ENSINO DA
GENÉTICA PARA DISCENTES DE ENSINO MÉDIO.**

Sheila Maria da Rocha Santos Coutinho

**Rio de Janeiro
2022**

SHEILA MARIA DA ROCHA SANTOS COUTINHO

ELABORAÇÃO DE LIVRO DIGITAL CONTENDO SEQUÊNCIA DIDÁTICA E USO DO ZEBRAFISH COMO METODOLOGIA ATIVA, INVESTIGATIVA, NO ENSINO DA GENÉTICA PARA DISCENTES DE ENSINO MÉDIO.

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: Dra. Kátia Carneiro de Paula

Rio de Janeiro
Agosto, 2022

Ficha Catalográfica

CIP - Catalogação na Publicação

Da Rocha Santos Coutinho, Sheila Maria
Dle Elaboração de livro digital contendo sequência didática e uso do Zebrafish como Metodologia Ativa, Investigativa, no Ensino da Genética, para discentes de Ensino Médio. / Sheila Maria Da Rocha Santos Coutinho. -- Rio de Janeiro, 2022.
104 f.

Orientadora: Kalia Carneiro de Paula.
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 por Investigação . 2. Genética. 3. Sequencia Didática. I. Carneiro de Paula, Katia , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Folha de aprovação

Sheila Maria da Rocha Santos Coutinho

Elaboração de livro digital contendo sequência didática e uso do Zebrafish como metodologia ativa, investigativa, no ensino da Genética para discentes de ensino médio.

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.

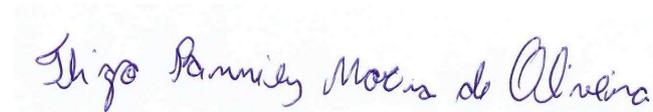
Aprovada em: **20/10/2022**

Por:

Assinatura presidente:



Nome do(a) orientador(a): Kátia Carneiro de Paula



Assinatura: _____

Nome completo: Thiago Ranniery Moreira de

Oliveira

Título: Doutor

Instituição à qual é vinculado(a): Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Documento assinado digitalmente



RITA DE CASSIA LIMA MARTINS

Data: 11/11/2022 15:49:19-0300

Verifique em <https://verificador.itl.br>

Assinatura: _____

Nome completo: Rita e Cassia Lima Martins

Título: Doutora

Instituição à qual é vinculado(a): Universidade do Grande Rio - UNIGANRIO

Rio de Janeiro
Agosto 2022

Aos meus pais, marido, filhos, irmãs, antepassados e ancestrais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBio), que abriu possibilidade para a minha formação continuada, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, pela oferta da bolsa de mestrado e incentivo ao desenvolvimento desse trabalho, à minha orientadora, Profa. Dra. Kátia Carneiro de Paula pela paciência, a dedicação e o acompanhamento ao longo desse período.

Também gostaria de agradecer à minha amada família por sua compreensão da minha ausência em vários momentos desses últimos dois anos de dedicação ao mestrado, em especial ao meu filho Miguel da Rocha Santos Coutinho, por ilustrar e colorir este trabalho.

Agradeço à José Lafaiete Palles Ramos Jr. e Rita de Cassia Lima Martins por disponibilizarem, com humildade e amor, essencial apoio para a conclusão deste curso. Agradeço aos queridos amigos de turma, que foram pilares estruturais para chegarmos ao fim deste processo. Por fim agradeço aos meus queridos alunos. Estes foram os maiores motivadores desta formação continuada.

Relato da Mestranda - Turma 2020

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mestranda: Sheila Maria da Rocha Santos Coutinho

Título do TCM:

Data da Defesa:

Ingressei na Faculdade de Formação de Professores - FFP, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro no ano 2000 e na Rede Estadual de Educação do Rio de Janeiro em 2008. Desde então, leciono biologia e ciências em escolas públicas e particulares. Hoje atuo no município de Petrópolis.

Minha trajetória no magistério vem sendo delineada por reflexões baseadas nos resultados de aprendizado dos discentes. Tais reflexões, me levaram ao reconhecimento de que o desinteresse e a dificuldades dos alunos em assimilarem certos conteúdos estavam relacionados com minha prática em sala de aula. Reconheci que precisava de formação continuada, pois muitos conteúdos precisavam ser atualizados. Foi quando decidi buscar formação na área de educação e ensino de biologia. Prestei o concurso de ingresso ao Mestrado Profissional de Ensino de Biologia - ProfBio em 2019 e ingressei na turma de 2020 no polo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Ingressar nesta turma foi uma grande surpresa pois não acreditava que pudesse ser aprovada. Organizei a vida doméstica, familiar e profissional para poder investir tempo nos estudos e realizar a tão desejada formação acadêmica necessária para a evolução do exercício de minha profissão. Escolhi o ensino de genética e uma sequência didática como produto para desenvolver o Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM por ser a disciplina em que eu tenho grande dificuldade de trabalhar.

Entretanto, a pandemia de Covid-19, veio com desafios de ordem familiar e financeira. Com esta nova realidade precisei aumentar minha carga horária de trabalho e reduzir o tempo para a dedicação aos estudos.

Os tópicos 1, 2 e 3 foram grandes desafios, assim como, grandes fontes de conhecimento. A quantidade de informações e conteúdos que recebia a cada semana foram o estímulo para enfrentar todos eles. A busca em entender, na prática, o ensino por investigação transformou minha prática docente no período pandêmico.

O ProfBio trouxe o pensar em ensino de biologia com foco na autonomia do aluno em desenvolver seu aprendizado e resgatou o sabor da pesquisa acadêmica na minha prática docente.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de mestrado apresenta uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino de genética e tem como público alvo alunos do ensino médio da rede pública. A pesquisa partiu da análise bibliográfica sobre as dificuldades que docentes encontram em aplicar os conteúdos de genética, dos discentes em construir o aprendizado de forma ativa e do pressuposto de que a genética é uma disciplina que vem desenvolvendo, inovando e produzindo uma infinidade de novos conhecimentos nas últimas décadas. A SDI tem por objetivo trabalhar, através da metodologia ativa e investigativa, os conceitos básicos de genética, tais como cromossomos, cromossomos homólogos, genes, alelos, homocigoto, heterocigoto, fenótipo, genótipo, genes dominantes, genes recessivos e Leis Mendelianas. As aulas foram produzidas utilizando o *zebrafish*, *Danio rerio*, como protagonista. Ao todo, foram planejadas seis aulas que foram estruturadas para garantir ao discente o desenvolvimento de competências descritas na Base Nacional Comum Curricular, Brasil, (2018) e valorizar seu protagonismo e proximidade com o conhecimento científico. Instrumentos de análise qualitativa foram propostos para que o professor possa fazer um avaliação do processo pedagógico.

Palavras-chave: ensino de biologia; genética; sequência didática investigativa; ensino por investigação.

ABSTRACT

This master's thesis presents an investigative didactic sequence for teaching genetics. The research started from a bibliographic analysis of the difficulties that teachers find in applying the contents of genetics as well as of students in building their learning and the assumption that genetics is a discipline that has been developing, innovating and producing an infinity of new knowledge in recent decades. The didactic sequence aims to work through an active and investigative methodology, the basic concepts of genetics chromosomes, homologous chromosomes, genes, alleles, homozygous, heterozygote, phenotype, genotype, dominant genes, recessive genes and the Mendelian Laws. Class scripts were produced using the zebrafish, *Danio rerio*, as the protagonist. Overall, six classes were planned and structured to guarantee that the students develop their skills described in the National Common Curricular Base, Brazil, (20018), as well as their protagonism and proximity to scientific knowledge. Qualitative analysis instruments are proposed so that the teacher can make an evaluation of the pedagogical process.

Key words: biology teaching; genetics; investigative didactic sequence; teaching by research.

Lista de Abreviaturas

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

PISA – Programa de Avaliação Internacional de Estudantes

SD – Sequência Didática

SDI – Sequencia Didática Investigativa

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

SEEDUC – Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro

ADL – Adrenoleucodistrofia

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

CEUA – Comitê de Ética no Uso Animal

Lista de Quadros

Quadro 1 - Habilidades aplicadas aos conteúdos das ciências da natureza.

Quadro 2 – Padrão metodológico das aulas da sequência didática investigativa.

Quadro 3 – Instrumento de análise de Zompero et. Al. (2015).

Quadro 4 – Instrumento de entrada de análise da SDI.

Quadro 5 – Instrumento de percurso de análise da SD.

Quadro 6 – Instrumento de saída de análise da SDI.

Lista de Figuras

Figura 1 – Danio rerio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.2 Ensino de Genética.	14
1.3 Sequências Didáticas e Suas Utilizações Para o Ensino Investigativo.	16
1.4 Ensino por Investigação.	19
1.5 Base Nacional Curricular Comum.	20
1.6 Uso do Zebrafish como modelo biológico.	22
2. OBJETIVOS	
2.1 Geral	24
2.2 Específicos	24
3. METODOLOGIA	24
3.1 Abordagem da Pesquisa.	24
3.2 Contexto do Estudo e Participantes.	25
3.3 Procedimentos para desenvolvimento.	25
3.4 Procedimentos de Análise da Pesquisa da Sequência Didática.	26
4. O PRODUTO	29
5. DISCUSSÃO	30
6. REFERÊNCIAS	31
7. APÊNDICE	

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muitas mudanças ocorreram nos padrões civilizatórios da humanidade. O magnífico avanço tecnológico, o surgimento das redes, relações sociais virtuais e inteligências artificiais, transformaram os modelos de interação entre as espécies e o meio ambiente. A espécie humana veio passando por uma revolução, um movimento de gerações com profundas mudanças nas instituições políticas, econômicas, culturais e morais.

Neste cenário, a prática docente vem sendo refletida por muitos educadores e os modelos de ensino tradicionais não estão mais atingindo o seu principal objetivo: o efetivo aprendizado.

A educação, estando intrinsecamente ligada ao avanço tecnológico, vem apresentando necessidades didáticas alternativas. O profissional desta área, além de ser capacitado em metodologias e processos didáticos, precisa estar em consonância com resoluções e normas estabelecidas como padrões de políticas educacionais. Vale ressaltar que interferências diárias, imprevistos oriundos da estrutura social e ambiental do em torno da instituição de ensino, são fatores preponderantes.

Segundo Anastasiou (2020), os processos tradicionais de ensino são simples transmissão do conhecimento que desconsideram os conectivos do conteúdo e da aprendizagem. Esses conectivos são os aspectos e elementos históricos e sociais.

A aprendizagem exige a compreensão do conteúdo pelo aluno. Implica superar a simples informação, na direção da construção do conjunto relacional, de uma rede de relações ou de um sistema, onde cada novo conhecimento é aprendido pelo aluno, ampliando ou modificando o sistema inicial, visando a cada contato uma melhor apreensão (ANASTASIOU, 2020).

A prática docente, desta forma, se configura em um processo complexo no qual professores, alunos, comunidades acadêmica, social, política e tecnológica precisam estar em constante simbiose, em uma relação íntima para que o resultado seja positivo.

O maior estudo sobre educação do mundo, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), apontou que o Brasil tem baixa proficiência em leitura, matemática e ciências, quando comparado com os demais países participantes deste exame.

O Pisa é desenhado a partir de um modelo dinâmico de aprendizagem, no qual novos conhecimentos e habilidades devem ser continuamente adquiridos para uma adaptação bem-sucedida em um mundo em constante transformação. Para serem aprendizes efetivos por toda a vida, os jovens precisam de uma base sólida em

domínios-chave e devem ser capazes de organizar e gerir seu aprendizado. Isso requer consciência da própria capacidade de raciocínio, com a elaboração de estratégias e métodos de aprendizado. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/acoes-internacionais/pisa/outros-documentos>. Acesso em 13/08/2020.

O exame traz uma proposta de avaliação das habilidades em matemática, leitura e ciências que os discentes desenvolveram dentro da sala de aula e não do conteúdo que absorveram. Esse exame também busca verificar se o aluno consegue aplicar o conhecimento adquirido fora do ambiente educacional institucional, e por meio deste, relacionar os níveis de aprendizado nos diferentes países participantes.

Após a seleção das escolas, o exame é aplicado para jovens de 15 anos e avalia a capacidade de transformar a aprendizagem dos conteúdos, apresentados pelos professores e instituições de ensino, em cidadania ativa. Os resultados são instrumentos importantes para o planejamento de mudanças no sistema educativo. Por essas razões, o ensino das ciências da natureza, por investigação, vem sendo proposto e defendido como metodologia capaz de promover tal libertação intelectual e cidadania ativa nos discentes.

1.2 Ensino de Genética.

Ensinar genética não é uma tarefa fácil. Principalmente quando o professor não possui domínio sobre o conteúdo. A má formação dos docentes e a falta de base dos alunos são possíveis gargalos para que conceitos como genótipo, fenótipo, híbrido, autossômico, pleiotropia, dominância, codominância, ausência de dominância sejam ensinados e aprendidos. Absorver seus significados não garante a aplicação de forma correta dos mesmos em exercícios e avaliações.

Portanto, é possível observar que existe uma lacuna muito grande entre conhecer, decorar e o efetivo aprendizado do aluno quando ensinamos genética. Isso porque, além deste vocabulário existe a matemática com noções de probabilidade aplicadas no contexto da hereditariedade.

A genética é uma disciplina que vem se desenvolvendo, inovando e produzindo uma infinidade de novos conhecimentos. Testes de paternidade, células tronco, transgênicos e aconselhamento genético, são a nova realidade nas sociedades humanas (MASCARENHAS,

2016) e, portanto, assuntos cada vez mais presentes no dia a dia dos estudantes de ensino médio.

Apesar de estarem presentes como termos da “vida real”, os alunos possuem muita dificuldade no entendimento desses conteúdos, que são a base para a compreensão de conceitos importantes como por exemplo a evolução das espécies.

Muitos autores como Rodrigues (1995), Ayuso e Banet (2002), Silveira e Amabis (2003) analisaram as dificuldades e a importância do tema. Segundo Rodrigues (1995), a partir da década de 80 do século XX, se iniciaram uma série de estudos relevantes na tentativa de determinar quais eram os conteúdos de biologia mais difíceis de aprender e quais seriam os conteúdos mais importantes e difíceis de serem ensinados. Nesse sentido, genética é constantemente apontada como uma disciplina abstrata e desconexa, distante da realidade do aluno.

Uma suposição que aparece com frequência é a carência de habilidades e competências necessárias para desenvolver o raciocínio hipotético dedutivo, necessário para a aplicação do conteúdo, resolução de exercícios e interpretação dos textos da genética básica. Esta exige conhecimentos matemáticos e capacidade analítica sobre a resolução de problemas (SILVEIRA e AMABIS 2003).

A dificuldade em relacionar conceitos de meiose com fertilização e hereditariedade é uma das habilidades necessárias e que o estudante precisa desenvolver para ter sucesso no processo de construção do efetivo aprendido.

Os conceitos de genética e as interpretações da variabilidade humana possuem o mesmo princípio fundamental estabelecido para todas as espécies de metazoários com reprodução sexuada. As informações genéticas necessárias ao desenvolvimento do ser humano, desde o momento em que se forma o zigoto até a morte do indivíduo dele resultante, estão contidas em seus cromossomos. Desta forma, o estudo da citogenética facilita, evidentemente, a compreensão deste princípio. Portanto, pode-se dizer que o ensino é a mediação do conjunto de elementos que são organizados entre si para construir o conhecimento (MASCARENHAS et al., 2016).

Pozzo e Crespo (2009), relataram que atitudes e crenças inadequadas como, por exemplo, achar que “para aprender ciência é melhor não tentar encontrar suas próprias respostas, mas aceitar o que o professor e o livro didático dizem”, ou que “o conhecimento

científico é sempre neutro e objetivo”, estão entre algumas atitudes inadequadas que os estudantes mantêm a respeito da natureza da ciência e sua aprendizagem.

Assim, é importante que o ensino de genética não se limite apenas à familiarização dos alunos com o conteúdo próprio dessa disciplina, mas sim, oportunize uma formação crítica analítica que seja instrumental no julgamento de questões relacionadas às suas relações sociais e individuais.

Outro motivo para os problemas no ensino de genética é a deficiente formação inicial e continuada de professores, o que culmina na desatualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Fávaro et al. (2003), acrescentaram, com base em uma pesquisa que realizaram com alguns professores de ensino básico, que devido à velocidade com que os conhecimentos científicos em genética são gerados, os cursos de graduação em biologia se tornam rapidamente desatualizados. Isso faz com que os docentes não atualizem esses conteúdos, por dizerem que os materiais aos quais conseguem ter acesso são insuficientes para sua compreensão.

Entretanto, não se pode ignorar a necessidade de se trabalhar genética nas escolas, uma vez que ela é considerada, apesar de difícil, um dos conteúdos mais importantes em biologia. Sua importância se deve ao fato dessa disciplina se constituir como base para a compreensão da evolução e dos próprios mecanismos de funcionamento da vida, além de ser assunto frequente nos meios de comunicação (Silveira e Amabis, 2003).

1.3 Sequências Didáticas e Suas Utilizações Para o Ensino Investigativo.

Segundo Gonçalves e Ferraz (2016), o termo Sequência Didática (SD) surgiu em 1996, na França, quando os pesquisadores perceberam a necessidade de superação da compartimentação dos conteúdos.

As SDs, segundo Carvalho (2013), dizem respeito ao conjunto de aulas sobre um determinado assunto escolar no qual cada atividade é cuidadosamente planejada de forma a fazer com que o aluno mobilize seus conhecimentos prévios para se chegar a uma alfabetização científica plena.

As atividades que fazem parte da SD são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. Assim, o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos.

Segundo Zabala (1998), SDs são 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. Zabala explicita que a ordenação articulada das atividades seria o elemento diferenciador das metodologias e que o primeiro aspecto característico de um método seria o tipo de ordem em que se propõem as atividades. O autor ressalta que o parcelamento da prática educativa tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade de encontrar um sistema interpretativo adequado, que deveria permitir o estudo conjunto de todas as variáveis incidentes nos processos educativos.

Segundo o autor citado acima, a SD deve considerar a importância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades que são propostas. Alguns critérios para análise das SDs reportam que os conteúdos de aprendizagem explicitando as intenções educativas, podendo abranger as dimensões: conceituais; procedimentais; conceituais e procedimentais; ou conceituais, procedimentais e atitudinais.

Entretanto, são relevantes alguns questionamentos. Em SDs há atividades que nos permitam determinar os conhecimentos prévios? As atividades apresentam conteúdos que sejam propostos de forma significativa e funcional? Atividades em que possamos inferir sua adequação ao nível de desenvolvimento de cada aluno? Atividades que representem um desafio alcançável? Atividades que provoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental? Atividades que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos? Atividades que estimulem a auto-estima e o auto-conceito? Atividades que ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, sendo cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

Mais ainda, as atividades de uma SD devem propiciar a aprendizagem não apenas de conteúdos conceituais, mas também procedimentais e atitudinais (Zabala, 1998).

O modelo educacional vigente considera os conteúdos conceituais como os mais importantes a serem trabalhados em sala de aula, e de modo geral, são aqueles contidos dentro de cada disciplina. Os conteúdos procedimentais são o “saber fazer” e dizem respeito às capacidades que o estudante desenvolve com o auxílio do professor. São basicamente divididos em técnicas/destrezas e estratégias de aprendizagem e raciocínio. Já os conteúdos

atitudinais abrangem o estabelecimento e interiorização de regras e padrões de condutas. Esses últimos podem ser subdivididos em três níveis: as atitudes propriamente ditas; as normas e os valores (Pozo e Crespo, 2009).

Ainda dentro da organização dos conteúdos, Zabala (1998) diz que eles podem ser classificados em multidisciplinares, que remete à organização tradicional dentro das diferentes áreas; interdisciplinaridade, que pressupõe interação entre duas ou mais disciplinas e a transdisciplinaridade, quando há uma integração total entre elas.

Dependendo do tema e da forma como ele será trabalhado, as SDs permitem um grau maior ou menor de integração entre diferentes áreas do conhecimento.

As tarefas de casa também são essenciais, não apenas em uma SD, mas no processo de ensino e aprendizagem no geral, pois indicam ao professor as dificuldades dos alunos e geram subsídios para melhorar sua prática. Segundo Libaneo (2013), no entanto, elas devem ser devidamente planejadas e não é coerente pedir aquilo que ainda não foi ensinado, e são uma possibilidade de interação entre escola e os pais dos alunos.

A avaliação é outro momento muito importante em uma SD, mas não deve vir apenas na forma de uma prova ao final das atividades; deve ser processual e feita ao longo das aulas, para garantir que o desenvolvimento dos alunos quanto aos conteúdos trabalhados seja satisfatório Zabala, (1998). Em geral, observa-se que a avaliação é tida como medição dos conhecimentos e cujo foco é o produto final da aprendizagem e não o processo que o aluno passou até chegar àquilo.

Carvalho (2017) propõe o uso das Sequências Didáticas Investigativas (SDIs). A autora elucida que são sequências de atividades (aulas) abrangendo um conteúdo do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas.

Uma SDI tem como objetivo proporcionar aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos; terem ideias próprias e poderem discuti-las com seus colegas e com o professor; promover alfabetização científica e dar condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Sasseron, 2015).

Ainda conforme Carvalho (2017), os requisitos básicos que fundamentam uma SDI são:

- Geração da questão de pesquisa: será o problema a partir do qual a pesquisa será iniciada. Esse problema, que deve ser motivador, pode ser apresentado aos estudantes pelo professor ou surgir dos próprios estudantes.
- Elaboração de hipóteses pelos alunos: considerando as ideias prévias dos alunos acerca do problema, são levantadas hipóteses de solução do problema.
- Elaboração do plano de trabalho: cria-se o planejamento de como se fará a investigação para corroborar ou não as hipóteses. A turma é dividida em grupos de trabalho. Cada grupo pode avaliar uma hipótese diferente.
- Obtenção dos dados: na análise experimental, os estudantes irão fazer anotações, análise dos dados, elaboração de gráficos e tabelas. Podem determinar qual(is) dado(s) é(são) importante(s) para a pesquisa – valores de contorno. Com isso, aprendem a construir relações entre eles e interpretá-los.
- Conclusão: será o relatório final do grupo. Confirmará ou refutará a hipótese investigada. A conclusão, então, será socializada entre os grupos, provocando o debate.

Espera-se que, a construção desta sequência didática, baseando-se na definição de SDI de Carvalho (2017), possa contribuir de alguma forma no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de genética.

1.4 Ensino por Investigação.

Para Freire (2009), o ensino por investigação pode ser encarado como facilitador da promoção da literacia científica, do desenvolvimento de competências e das relações.

O ensino por investigação é uma abordagem didática que estimula o questionamento, o planejamento, a coleta de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Atividades investigativas, envolvem, inicialmente, situações problemas. Carvalho (2013)

Para tanto, a construção de uma atividade investigativa sugere o cumprimento de algumas etapas. A primeira delas é a proposição do problema, quando o professor divide a turma em grupos e oferece condições para que pensem e trabalhem com as hipóteses; na segunda etapa temos a resolução do problema; a terceira etapa se configura como uma atividade para a sistematização e contextualização dos conhecimentos, podendo essa ser

praticada por meio da leitura onde os alunos possam discutir suas hipóteses com o relatado no texto; a última etapa é denominada ‘escrever e desenhar’, quando ocorre a sistematização individual do conhecimento Carvalho, (2013).

Segundo Carvalho (2004), as atuais propostas na área do ensino de Ciências propõem atividades envolvendo discussões de problemas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, buscando integrar os conteúdos e o processo criativo para a construção do conhecimento por parte dos alunos.

De acordo com Pimenta e Lima (2010), o professor é o profissional que ajuda o desenvolvimento pessoal e intersubjetivo do aluno, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento. Por isso, o professor tem a responsabilidade de criar um ambiente investigativo que proporcione ao estudante não só condições de explorar seus conhecimentos prévios, mas também a ter ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas, lapidando o conhecimento espontâneo com a finalidade de edificar o conhecimento científico (Carvalho, 2013).

A construção do conhecimento, portanto, se evidencia como um processo de complexificação de pensamentos que, à medida que avança, se torna mais completo e coeso, adaptando-se a novas situações ou realidades. Dessa forma, propor situações-problema em sala de aula podem ajudar no desenvolvimento do estudante.

Com a finalidade de promover atividades investigativas, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam o ensino por investigação como sugestão de metodologia em sala de aula. Diferente de reproduzir conceitos, a investigação possibilita novos questionamentos e interpretações de dados, proporcionando uma atitude ativa no processo de ensino aprendizagem (BRASIL, 2018).

Dessa forma, o processo investigativo é apresentado como sendo um contraponto à realização de tarefas com etapas predefinidas. Esse método deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, o desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica. Assim, é capaz de possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (Basil, 2018).

1.5 Base Nacional Curricular Comum.

A política educacional brasileira passa por constantes mudanças, que são visíveis por meio de muitos fatores. Dentre eles, destacam-se a publicação dos marcos legais da educação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs), em 2000, e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), em 2018.

A BNCC, Brasil (2018), sugere que os conteúdos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias sejam ferramentas a serem utilizadas pelos indivíduos e pelas sociedades na solução de problemas cotidianos, assim como na construção de novos ideais sobre a vida. Segundo o documento:

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. 549.)

O documento propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Estas temáticas são os pilares para que os estudantes desenvolvam habilidades de investigar, analisar e discutir situações-problema que podem surgir da interpretação de leis, teorias e modelos, aplicando na resolução de problemas dividuais, sociais e ambientais. A BNCC sugere, ainda, que com estas habilidades o estudante pode construir significados e aprendizados.

A contextualização histórica e os processos e práticas investigativas ganham destaque na área de Ciências da Natureza. Para a BNCC o ensino por investigação, no qual o aluno é o protagonista na aprendizagem e nos procedimentos metodológicos para a construção do conhecimento científico, deve ser a base para promoção e compreensão dos conteúdos.

A BNCC enfatiza que, no Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza deve garantir aos estudantes o desenvolvimento de competências específicas. A cada uma das competências são indicadas habilidades que devem ser desenvolvidas ao longo do processo pedagógico. O desenvolvimento destas habilidades são, desta forma, indicadores de aprendizagem.

O ensino de genética está relacionado ao desenvolvimento da competência geral 2 da BNCC.

Analisar 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 e defender decisões éticas e responsáveis. (BNCC, 2018, P. 558)

As habilidades, descritas no quadro abaixo, são aquelas que os estudantes devem desenvolver através dos conteúdos de genética. Estas habilidades se configuram como indicadores de aprendizagem.

Quadro 1 – Habilidades aplicadas aos conteúdos das ciências da natureza.

HABILIDADES
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

1.6 Uso do *Zebrafish* como modelo biológico.

Gregor Mendel definiu as “Leis de Mendel”, que regem a transmissão dos caracteres hereditários, através do seu estudo utilizando ervilhas (*Pisum sativum*). Por que ele escolheu ervilhas para sua pesquisa? Os motivos para tal escolha foram: fácil cultivo, características

fenotípicas distintas e fáceis de se observar, reprodução por autofecundação e ciclo de vida curto (Amabis *et.al.* 2006). Ou seja, se o organismo de estudo usado não atendesse a essas características, talvez ele não tivesse feito as descobertas que mudaram o rumo da biologia. Por isso, é importante que na pesquisa científica sejam utilizados organismos modelo que possuam mecanismos genéticos representativos, sejam de fácil manutenção e tenham ciclo de vida curto. Eles existem para que possamos entender melhor como a biologia funciona, diminuindo as chances de erros em testes de medicamentos, por exemplo.

O *Zebrafish*, *Danio rerio*, também conhecido como paulistinha ou peixe-zebra, vem sendo muito utilizado como modelo biológico em pesquisas científicas por todo o mundo. É um peixe pequeno, de água doce, de cultivo fácil e de baixo custo de manutenção. Por possuir homologia genética com seres humanos, alta taxa de reprodução e embriões transparentes que permitem o acompanhamento do desenvolvimento embrionário, este peixe se tornou um grande aliado das pesquisas acadêmicas em biologia.

Os roedores são tradicionalmente utilizados nos laboratórios de pesquisa. Entretanto, um biólogo, pesquisador e professor na Universidade de Oregon, nos Estados Unidos da América, em 1981, publicou um artigo na revista Nature, descrevendo as vantagens do uso do peixe *Danio rerio* em estudos genéticos. George Streisingerle trabalhou sozinho por uma década para selecionar linhagens que permitissem entender como mutações em diferentes genes afetavam o desenvolvimento do animal. Além da homologia genética com os seres humanos, biotérios do peixe-zebra possuem manutenção fácil e econômica.

No Brasil o uso do *Zebrafish* pela comunidade científica ainda é bem reduzido, existindo poucos biotérios para seu cultivo. Segundo DAMMSKI *et al.* (2011) o fato de a espécie ainda não atingir seu potencial como modelo de pesquisa, pode ser explicado pela falta de informação adaptada à realidade brasileira. Grande parte da literatura existente, criada em outros países, sugere a utilização de materiais que nem sempre são compatíveis ou estão disponíveis no Brasil.

A característica mais marcante do *Zebrafish* é o seu padrão de listras pretas e brancas ao longo do corpo e das nadadeiras anal e caudal. Segundo DAMMSKI *et. al*, (2011) o peixe-zebra é um modelo consagrado para estudos de doenças humanas e também é muito utilizado na biologia do desenvolvimento pois seus ovos são transparentes, o que permite acompanhar o desenvolvimento embrionário. Seu genoma não é tão grande quanto camundongos e humanos, o que facilita os estudos genéticos.

A SDI proposta nesta dissertação traz o *Zebrafish* como modelo biológico nas atividades propostas. A intenção é que o aluno se aproxime do conhecimento científico e do trabalho de um pesquisador na busca por respostas a problemas reais, como o desenvolvimento de tratamentos para doenças.

Utilizar esta espécie como estratégia de ensino por investigação para o conteúdo de genética é uma proposta inovadora no país.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Produzir uma sequência didática ativa e investigativa em forma de *e-book* para o ensino de genética, utilizando roteiros de aulas práticas tendo o *Zebrafish* como modelo.

2.2 Específicos

- Produzir roteiros de aulas práticas para o ensino de genética utilizando o *Zebrafish* como modelo;
- Elaborar um jogo que reproduza a SD experimental;
- Elaborar uma plataforma para divulgar a proposta de ensino em redes sociais e mídias digitais.

3 METODOLOGIA

3.1 Abordagem da Pesquisa.

A metodologia desta dissertação traz uma abordagem qualitativa em cima de uma SDI. Os objetivos propõem estratégias para que o ensino de genética seja conduzido de forma investigativa, promovendo o aprendizado de forma correta e significativa dos conceitos abordados na 1ª e 3ª séries do Ensino Médio.

3.2 Contexto do Estudo e Participantes.

A SDI é focada para discentes das primeira e terceira série do Ensino Médio do Colégio Estadual Princesa Isabel situado no município de Petrópolis. Entretanto, as atividades foram pensadas de forma que possam ser desenvolvidas em qualquer escola pública, considerando as dificuldades enfrentadas pelos(as) professores (as) tais como, grande número de estudantes em sala e a falta de recursos materiais.

3.3 Procedimentos para desenvolvimento.

Consideramos como SD o conjunto de atividades que visa à realização de finalidades e intenções educacionais as quais "[...] constituem o ponto de partida primordial que determina, justifica e dá sentido à intervenção pedagógica" (Zabala, 1988) permitindo aos estudantes realizarem apropriação cultural por meio de uma sucessão de questionamentos próprios.

Esta SDI intenciona garantir o caráter investigativo para a construção do conhecimento dos conteúdos de genética. Com este objetivo, a SDI possui um padrão metodológico que norteará a aplicação dos conteúdos selecionados no planejamento.

Os conteúdos foram selecionados após a revisão bibliográfica e estão sequenciados conforme a evolução da construção dos conceitos e da complexidade própria de cada conceito. Foram selecionados os seguintes conceitos:

- Leis da segregação genética: relação entre genótipo e fenótipo;
- Do genótipo ao fenótipo: como se expressam os genes;
- Aplicações dos conhecimentos genéticos.

O quadro abaixo descreve o padrão metodológico de cada instrumento pedagógico que a sequência didática irá contemplar:

Quadro 2 - Padrão Metodológico das Aulas da SDI.

Hora de Investigar.	<p>Problematização.</p> <p>Apresentação do conteúdo para investigação através de mediação capaz de levantar os conhecimentos prévios dos alunos.</p>
Hora de Criar Hipóteses Explicativas.	<p>Formulação de hipóteses.</p> <p>Experimentação e aplicação das atividades prática com os peixes.</p>
Hora de Analisar, Aplicar e Sistematizar.	<p>Sistematização do conhecimento adquirido.</p>

Quadro 2 - Padrão Metodológico das Aulas da SDI.

Hora de Avaliar.	Avaliação.
------------------	------------

A SD foi elaborada considerando os requisitos básicos que fundamentam a SDI proposta por CARVALHO (2017).

3.4 Procedimentos de análise da Pesquisa da Sequência Didática.

Zompero *et. al* (2015) sugerem um instrumento de análise para atividades investigativas. Os autores, após longo estudo, defendem que o ensino por investigação proporciona aos alunos o desenvolvimento de habilidades específicas à educação científica. Este instrumento foi norteado pelos sete domínios essenciais às atividades investigativas.

"Procuramos elaborar um instrumento objetivo que ressalte as etapas investigativas e acessível tanto para o professor como para o pesquisador. O instrumento foi organizado em 7 domínios: problema; hipótese; planejamento para investigação/confronto de hipóteses; percepção de evidências; registro e análise de dados; estabelecimento de conexão entre evidências e conhecimento científico; comunicação dos resultados. No item "descrição" apresentamos uma orientação sobre o que deve ser considerado para a avaliação do aluno no que se refere à etapa da investigação." Investigações em ensino de Ciências - v.24(2), p.205, 2019.

Com base na pesquisa de Zompero, foram elaborados instrumentos de entrada, percurso e saída para a SDI. Estes instrumentos irão permitir ao docente que aplicar a SDI avaliar a construção do conhecimento e das competências e habilidades investigativas que os estudantes irão desenvolver.

Instrumento de entrada de análise da SDI.

P R O B L E M A T I Z A Ç Ã O - O Q U E É G E N É T I C A ? C O M O L O R E N Z O F I C O U D O E N T E ?	CARACTERÍSTICAS / DESCRIÇÃO	INDICADORES DE APRENDIZAGEM	NÍVEIS DE APRENDIZAGEM	Aluno	Aluno	Aluno		Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	
	PROBLEMA / IDENTIFICA OS ELEMENTOS CONSTITUINTES DO PROBLEMA	Questão 1 - O Aluno compreende que as informações hereditárias, genéticas, estão contidas em todas as células?	Sim											
Parcialmente														
Não														
Questão 2 - O Aluno tem conhecimento do conceito, localização e estrutura de um cromossomo.		Sim												
		Parcialmente												
		Não												
Questão 3 - O aluno possui ou reconhece algum conhecimento sobre os conceitos de cromossomos, genes e DNA?		Sim												
		Parcialmente												
		Não												
HIPÓTESE / EMISSÃO DE HIPÓTESE COM BASE NO PROBLEMA.	O Aluno elaborou uma explicação para a situação problema coerente com o contexto do filme?	Sim												
		Parcialmente												
		Não												

Instrumento de percurso de análise da SDI.

ã o	Avaliação de Aprendizado AULA 6	conhecimento científico para elaborar uma conclusão.	Não											
		Os aluno explica as evidências com base no conhecimento científico.	Sim											
			Parcialmente											
			Não											

4. O PRODUTO

O produto desta dissertação é uma SDI para o ensino de genética apresentada no livro “Filho de peixe, peixinho é” (ver sessão de APÊNDICE desta dissertação).

O livro está organizado em capítulos. Cada capítulo traz uma aula da SDI com suas atividades e questionários para análise qualitativa.

Para que possa ser disponibilizado para professores(as) como material de apoio e garantir a divulgação da SDI para o ensino de genética, faz também parte deste produto o blog: Filho de peixe, peixinho é!

O Blog é o canal de divulgação científica da pesquisa qualitativa, da SD e dos arquivos das atividades. Foi desenvolvido na plataforma Blogger.

A ferramenta foi escolhida pois é de fácil acesso, criação, edição; não possui custo; oferece a hospedagem e diversos recursos que permitem ao usuário criar seu blog e personalizá-lo, de acordo com suas necessidades. Para a criação do blog, foi necessário ter uma conta Google, gratuita.

O blog está disponível na internet no endereço: <https://bioinvestigativa.blogspot.com/2022/05/filho-de-peixe-peixinho-e-uma-sequencia.html>

Por conta dessas características e, principalmente por operar dentro dos servidores do Google, o Blogger é uma ótima opção para iniciantes e também para profissionais que buscam uma forma de produzir conteúdo sem se preocupar tanto com questões de infraestrutura e custos financeiros.

5. DISCUSSÃO

A Genética é uma área de estudo dentro das Ciências Biológicas, que busca explicar diversos conceitos e fenômenos relacionados à Biologia. Entretanto, por ser um ramo de estudo que apresenta grande complexidade e está sempre em constante descoberta de novos conceitos, é uma área do Ensino que sempre apresentei dificuldades em criar metodologias para transmitir de forma que os alunos acompanhassem e assimilassem. Devendo a este fato escolhi trabalhar esta área a do conhecimento das Ciências da Natureza para desenvolver esta pesquisa.

Contudo, ao consultar o Comitê de Ética no uso Animal em Pesquisa - CEUA, obtive o conhecimento que não é permitido o uso de modelos biológicas em escolas de educação básica.

Como alternativa elaborei uma sequência didática utilizando a genética do zebrafish.

Os conceitos de cromossomos, cromossomos homólogos, genes, alelos, homozigoto, heterozigoto, fenótipo, genótipo, genes dominantes, genes recessivos e Leis Mendelianas são abordados na SDI que faz parte desta dissertação.

Os conhecimentos prévios dos estudantes devem ser considerados quando o intuito é a promoção da aprendizagem significativa. A aula 1 da SDI objetiva identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos básicos de genética.

O conhecimento prévio auxilia na organização, incorporação, compreensão e fixação das novas informações, já existentes na estrutura cognitiva (Moreira, 2001). Sendo assim, novos conceitos podem ser aprendidos à medida que haja outros conceitos relevantes, adequadamente claro e disponível na estrutura cognitiva do indivíduo, estes conceitos relevantes funcionarão como pontos de ancoragem para os novos conceitos.

Segundo Moreira (2001), a aprendizagem é dita significativa quando um novo conteúdo interage de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz; ou seja, a interação não deve ocorrer com qualquer aspecto da estrutura cognitiva e sim com conhecimentos relevantes. É através da interação que o conhecimento prévio se diferencia, devido a somatória dos significados e conhecimentos novos.

A BNCC traz como primeira competência geral:

“Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.”

BNCC, 2018.

Portanto, as aulas 1 e 2 da SDI propõem instrumentos capazes de avaliar os conhecimentos dos alunos sobre genética e citologia vivenciados em anos/séries anteriores e durante seu processo de formação social, ambiental e cultural. Estes instrumentos permitem analisar as dificuldades e os conhecimentos dos alunos, para que assim seja possível uma interação entre os conhecimentos prévios e os novos, que serão passados pelo professor, atingindo assim a aprendizagem significativa.

A fim de contextualizar com referências reais e sociais do uso da genética, a SDI apresenta o filme *Óleo de Lorenzo* (Lorenzo's Oil, 1992). Este relata a história de um garoto que levava uma vida normal até que, quando tinha seis anos, estranhas manifestações aconteceram. Passou a apresentar diversos problemas de ordem mental que foram diagnosticados como adrenoleucodistrofia (ALD), uma doença extremamente rara e que provoca uma incurável degeneração no cérebro, levando o paciente à morte em no máximo dois anos.

Os pais do menino ficaram frustrados com a falta de tratamentos e medicamentos para uma doença desta natureza. Assim, começam a estudar e a pesquisar sozinhos, na esperança de descobrir algo que possa deter o avanço da enfermidade.

Após a apresentação do vídeo, o professor lança a questão: como Lorenzo ficou doente? E, a partir, do debate os alunos podem propor explicações que serão investigadas e testadas.

Segundo a BNCC, na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, deve haver a garantia aos estudantes do desenvolvimento de competências específicas. As competências 2 e 3 se relacionam com os conteúdos de genética.

2. Analisar 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 e defender decisões éticas e responsáveis.

3. Investigar 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.

O Filme óleo de Lorenzo, e os debates realizados dão origem à situações-problema e permitem que a segunda competência específica seja desenvolvida. A hereditariedade transmitida através de processos biológicos que levam à evolução das espécies são apresentados através das questões problematizadoras.

As aulas 3, 4 e 5, propõem atividades que estimulam o protagonismo e autonomia do discente. Ao manipularem os aquários e os cartões dos peixes e dos gametas, assim com o quadro de Punnett, os alunos são levados a identificar evidências e a relacioná-las com as explicações que elaboraram sobre o porquê de Lorenzo ter ficado doente. Os questionários e protocolos dos cruzamentos desenvolvem as habilidades de registro e análise de dados com base nas evidências observadas.

Ao fazer uso do instrumentos de entrada e percurso de análise qualitativa do processo pedagógico, o professor consegue mensurar se os alunos estão conseguindo desenvolver as competências e habilidades específicas para o aprendizado das ciências da natureza. Este procedimento pode identificar situações e demandas específicas nos grupos de estudantes. Com estes dados, o professor pode traçar estratégias a fim de garantir que o conteúdo seja efetivamente aprendido pelos discentes.

Em síntese, os alunos investigam o início dos estudos sobre genética e como Mendel descreveu pela primeira vez a maneira como as características são transmitidas dos pais para os filhos. Realizam pesquisas e testes sobre os principais conceitos de genética Mendeliana. Analisam, com base no contexto do filme apresentado, a hereditariedade transmitida aos filhos através da reprodução e aplicam os conhecimentos científicos através da interpretação da dinâmica da formação dos gametas e zigotos. Investigam como os fenótipos aparecem a partir dos genótipos. Compreendem como os cromossomos e os alelos nos permitem prever como os genes são herdados.

O uso do *Zebrafish* como modelo biológico garante aos estudantes a aplicação da terceira competência específica para as ciências da natureza, citada na BNCC.

A SDI propõe uma avaliação através do jogo de charadas investigativas. O jogo acontece na sexta aula. Os conhecimentos construídos ao longo da SDI serão necessários para desvendar as charadas, situações-problema, que para serem solucionadas devem ser analisadas e interpretadas. Para tanto, os alunos precisam coordenar os dados com o problema, hipóteses e conhecimento científico e elaborar uma conclusão (Zompero, *et.al* 2015).

Nesta etapa do ensino por investigação, o professor pode avaliar se as habilidades previstas pela BNCC foram desenvolvidas pelo aluno.

- (EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
- (EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
- (EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

Por fim, a SDI proposta nesta dissertação para o ensino de genética proporciona aos estudantes aulas em que eles são os protagonistas. Tal protagonismo pode contribuir na superação de entraves vivenciados pelos discentes durante a vida escolar, assim como promover autoestima e confiança de que são capazes de aprender.

6. CONCLUSÕES

Os conhecimentos sobre os conceitos básicos de genética e leis mendelianas são conteúdos de relevante importância no Ensino Médio. Além de estarem diretamente relacionados com a realidade e ao avanço das biotecnologias voltadas para a qualidade de vida humana, são conceitos fundamentais para o entendimento dos conteúdos da evolução das espécies.

Estratégias pedagógicas que promovam a aprendizagem significativa estão previstas nos documentos oficiais, como a BNCC e o PCN. O ensino por investigação é amplamente citado por estes documentos como meio para que os estudantes desenvolvam as competências e habilidades necessárias à conquista do pensamento científico.

Através da SDI apresentada como produto deste trabalho, espera-se que os professores tenham um instrumento pedagógico capaz de trabalhar de forma investigativa e ativar os abstratos conteúdos de genética, garantindo o desenvolvimento das competências e habilidades previstas pela BNCC, assim como avaliar o seu trabalho durante a ministração das

aulas, de forma a adaptar e moldar cada etapa da SDI conforme a realidade da comunidade escolar que estiver inserido.

7. REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. D. (ano 4, nº 8, - jan/jun/2002). A ENSINAGEM COMO DESAFIO À AÇÃO DOCENTE. *Revista Pedagógica UNOCHAPECÓ*, 66-77.

MELANIE C. FIELDS, PETER ADELFO, DANIYAL AHMAD, OLIVIA BROWN, BENJAMIN COX, MICHAEL DAVIES, THOMAS ESCH, FLORENCIA FOXLEY, ELIZABETH FRIEDMAN, JORDAN HALL, KYLE HEARING, JAMES HEYWARD, RYAN MCELROY, MATT MORIN, RYAN NICOLETTI, ALEXANDRA OVER, ASHLEY RILEY.(2 de Number de Volume 6, 2009). Zebrafish in Education - Danio rerio in K-12 Classrooms: Sparking Interest in the New Generation of Scientists. *Zebrafish* , pp. 145 -160.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/guest/acoes-internacionais/pisa/outros-documentos> Acesso em 13/08/2020

ANA PAULA DAMMSKI, BRUNO ROBERTO MÜLLER, CAROLINA GAYA & DAIANE REGONATO. (2011). Zebrafish in Education - Danio rerio in K-12 Classrooms: Sparking Interest in the New Generation of Scientists. *ZEBRAFISH*, Vo

ZABALA, Antoni., A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017b.

BANET, E. & AYUSO, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3):313-351

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RODRÍGUEZ, A. B. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, 13(3):379-385.

SILVEIRA, R. V. M. e AMABIS, M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

SOLANGE SOARES CAMARGO, MARIA ELENA INFANTE-MALACHIAS, JOSÉ MARIANO AMABIS. O ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo. Sociedade Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia de São Paulo. Nº 01/2017. Publicado em 05/05/7007

AMABIS, JOSE MARIANO; MARTHO, GILBERTO RODRIGUES. Fundamentos da Biologia Moderna. Editora: Moderna, 4a Edição.

MARCIADA JESUS OLIVEIRA MASCARENHAS, VANESSA CAMPOS DA SILVA, PAULA REGINA, PEREIRA MARTINS, ELMARY DA COSTA FRAGA, MARIA CLAUDENE BARROS. ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA EM ESCOLA PÚBLICA *Pesquisa em Foco*, São Luís, vol. 21, n. 2, p. 05-24. 2016.

ANA LUIZA DIAS ABDO AGAMME. O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose. Monografia UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. São Paulo 2010.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências Didáticas Como Instrumento Potencial Da formação Docente Reflexiva. *DELTA* 2016, 32.

POZO, J. J.; CRESPO, M. A. G. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada? In: POZO, J. J.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 14-28.

ROSA, S. S. Construtivismo e mudança. São Paulo: Cortez, 2007. 87 p. SÃO PAULO. Orientações curriculares e proposições de expectativas de aprendizagem para o ensino fundamental: ciclo II. 2007.

SILVEIRA, R. V. M.; AMABIS, J. M. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? Bauru: anais, ABRAPEC, 2003, 12 p. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL052.pdf&gws_rd=cr&ei=BfEkV6DUHMWMwwTZ9ovAAQ>. Acesso em: 10 abr. 2016.

ZABALA, A. A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de. (org.). Ensino de Ciências por Investigação (condições para implementação em sala de aula). São Paulo: Cengage Learning. 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 18, no 3, 2018, p. 765–794.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 18, no 3, 2018, p. 1061–1085.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, vol. 17, 2015, p. 49–67

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 9-25.

8. APÊNDICE – Livro “Filho de peixe peixinho é.”