

O método de Galperin como modelo didático para internalização dos conceitos de genética mendeliana

Thiago da Costa Germano¹

Carlos Alberto Santos de Almeida²

Laís Oliveira Bernardo³

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar as contribuições da teoria de Galperin para o ensino da Lei da Segregação Genética. O estudo foi realizado em uma escola de ensino médio localizada no município de Cascavel/CE, envolvendo quarenta e um alunos da 3ª série. A abordagem metodológica das aulas foi dividida em quatro momentos de cinquenta minutos: avaliação diagnóstica; aula de revisão; e dois momentos utilizando-se do método galperiano sobre as bases da 1ª Lei de Mendel. A pesquisa revelou que esse modelo didático pode auxiliar os alunos a explorar a Biologia mediante práticas e debates e que, a partir dessas ações externas, facilita a internalização dos conceitos. Além disso, foi possível verificar que também permite ao professor realizar o acompanhamento do rendimento da turma, identificando dificuldades e avanços no aprendizado e, conseqüentemente, encontrar possibilidades de aprimorar sua prática docente.

Palavras-chave: Prática Pedagógica de Biologia. Aprendizagem de Genética Mendeliana. Desempenho Discente. Reflexão da Prática Docente.

Galperin's method as a didactic model for internalizing the concepts of Mendelian genetics

Abstract: The objective of this work is to analyze the contributions of Galperin's theory to the teaching of the Law of Genetic Segregation. The study was carried out in a high school located in Cascavel/CE, involving forty-one 3rd year students. The methodological approach of the classes was divided into four moments of fifty minutes: diagnostic evaluation; review class; and two moments using the Galperian method based on Mendel's 1st Law. The research revealed that this didactic model can help students to explore Biology through practices and debates and that, based on these external actions, it facilitates the internalization of concepts. In addition, it could be verified that it also allows the teacher to monitor the student's performance, identifying difficulties and unlearned progress and, consequently, finding possibilities to improve their teaching practice.

Keywords: Pedagogical Practice of Biology. Learning of Mendelian Genetics. Student Performance. Reflection of Teaching Practice.

El método de Galperin como modelo didáctico para interiorizar los conceptos de la genética mendeliana

Resumen: El objetivo de este trabajo es analizar los aportes de la teoría de Galperin a la enseñanza de la Ley de Segregación Genética. El estudio fue realizado en una escuela secundaria ubicada en Cascavel/CE, involucrando cuarenta y un alumnos del

¹ Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza (CE), Brasil. ✉ thiagocostabio@yahoo.com.br  <https://orcid.org/0000-0003-4947-1869>.

² Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza (CE), Brasil. ✉ carlos@fisica.ufc.br  <https://orcid.org/0000-0002-4841-761X>.

³ Secretaria de Educação do Estado do Ceará – Fortaleza (CE), Brasil. ✉ laisolibernardo@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-1705-0659>.

3er año. El abordaje metodológico de las clases se dividió en cuatro momentos de cincuenta minutos: evaluación diagnóstica; clase de repaso; y dos momentos utilizando el método Galperiano basado en la 1ª Ley de Mendel. La investigación reveló que este modelo didáctico puede ayudar a los estudiantes a explorar la Biología a través de prácticas y debates y que, a partir de estas acciones externas, facilita la interiorización de conceptos. Además, es posible verificar que también permite al profesor realizar o acompañar el rendimiento de la turma, identificando dificultades y avances no aprendidos y, en consecuencia, encontrar posibilidades de aprimorar su práctica docente.

Palabras clave: Práctica Pedagógica de la Biología. Aprender Genética Mendeliana. Desempeño de los Estudiantes. Reflexión de la Práctica Docente.

1 Introdução

A formação profissional é sem dúvidas um dos pontos fundamentais para que o professor de Biologia alcance um ensino alicerçado em excelentes práticas pedagógicas. É por meio dela que esses profissionais adquirem conhecimentos peculiares à sua área de ensino e habilidades pedagógicas para estratégias didáticas adaptadas a cada contexto escolar. Passa, então, a se comprometer com uma série de ações necessárias à sua prática: planejamento de aulas, comunicar-se de forma clara com os estudantes, cultivar práticas de gestão de classe, compreender as diferentes necessidades e níveis de aprendizado dos estudantes, dominar os temas abordados, utilizar recursos educacionais apropriados para cada estágio de ensino e conceito ensinado, além de avaliar os níveis de rendimentos dos educandos em um determinado período de aulas.

Outro aspecto que também deve (ou deveria) fazer parte do desenvolvimento desse profissional é o olhar crítico e reflexivo de sua prática. É por intermédio dessa concepção que podem ser percebidas as dificuldades e fortalezas dos mais variados métodos pedagógicos do componente curricular Biologia. Isso significa que “a prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer” (Freire, 2019, p. 42-43). Essa reflexão é essencial para o desenvolvimento da prática docente por permitir aos professores fazerem ajustes estratégicos direcionados à melhoria do desempenho dos alunos e garantir que eles estejam aprendendo. Além disso, essa análise também pode ajudar o próprio professor a se manter motivado, pois pode reconhecer os resultados de seu trabalho e perceber o que precisa ser aperfeiçoado.

À vista disso, as instituições de ensino superior em seus cursos de licenciatura podem colaborar com a profissão nessas reflexões, visto que, atualmente, segundo

Libâneo (2015):

novas exigências educacionais pedem às universidades e cursos de formação para o magistério um professor capaz de ajustar sua didática às novas realidades da sociedade, do conhecimento, do aluno, dos diversos universos culturais, dos meios de comunicação. O novo professor precisaria, no mínimo, de uma cultura geral mais ampliada, capacidade de aprender a aprender, competência para saber agir na sala de aula, habilidades comunicativas, domínio da linguagem informacional, saber usar meios de comunicação e articular as aulas com as mídias e multimídias (p. 11).

Ao passo que o professor de Biologia inicia esse processo reflexivo sobre ‘o quê’ e ‘como ensinar’, pode encontrar na Teoria da Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos (teoria de Galperin ou método galperiano) esse direcionamento pedagógico. Ela orienta o docente por meio de etapas (não obrigatoriamente de forma lineares e fixas) que podem influenciar na assimilação de conceitos e habilidades pelos estudantes a partir de três processos fundamentais: “primeiro, encontrar a forma adequada da ação; segundo, encontrar a forma material de representação da ação; e, terceiro, transformar essa ação externa em interna” (Núñez; Ramalho, 2017, p. 74). Esses processos desdobram-se em alguns passos essenciais que são aplicados na prática docente, como apresentados no quadro 1. É importante frisar que, para assimilação dos conceitos seguindo essas etapas, o professor deve levar em consideração os mecanismos de ensino planejados de forma a identificar aspectos individuais dos educandos, além de ter ciência que estes meios possam dispor de experiências direcionadas ao manuseio de materiais ou suas formas materializadas.

Quadro 1: Resumo das etapas da teoria de Galperin

Etapa	Descrição
Motivacional	Etapa onde não existe o conteúdo em si, mas é criado um ambiente de preparação para introdução dos assuntos. Momento em que o professor busca sensibilizar o aluno para que haja motivação interna. A partir desta, as atividades a serem executadas terão algum sentido ao serem executadas, gerando entusiasmo na aprendizagem. Presente em todos os momentos de assimilação, ou seja, acontece no momento inicial e constante ao longo do processo.
Base orientadora da ação (BOA)	Momento de preparação para assimilação dos conteúdos. É através desta etapa que o professor explicita a sequência das atividades a serem realizadas pelo aluno e que realizarão em conjunto. Com isso, o estudante pode criar representações de ações que o levem a exercer as atividades que lhes foram exigidas. Pois, "sendo um projeto de ação, deve refletir todas as partes estruturais e funcionais das atividades: orientação, execução e controle", criando, portanto, mecanismos para sucesso da futura ação (Núñez, 2009, p. 100).
Formação da ação no plano material ou materializado	Etapa que promove a materialização da ação. O aluno inicia a realização de ações. Uma vez que "a primeira forma da ação inicial é necessariamente material" (Galperin, 2001c, p. 47). Para concretização deste momento, é necessário que o aluno esteja utilizando-se de ferramentas que representem o conhecimento a ser assimilado, realizando, dessa forma, ações que garantam o manuseio delas e, através de palavras, facilitar a passagem para o plano interno (mental).

Formação da ação na linguagem externa	Esta etapa caracteriza-se por não utilizar os componentes materiais ou materializados diretamente. Isso significa que o professor e o estudante irão representá-los somente por meio verbal para realização da atividade. Assim, a linguagem externa passa a vigorar como um intermediador entre as ações mentais externas e as internas, apresentando-se essencial na decodificação dos assuntos explorados.
Ação no plano mental	Momento no qual concretiza-se a internalização. É a última etapa da viabilização das atividades externas em internas, dado que, “a tarefa de comunicação é substituída pela tarefa da reflexão e a fala para si se converte num meio de transformação do mesmo num objeto para uma melhor análise” (Galperin, 2001c, p. 50). Assim, o estudante substitui a materialização das atividades (ações externas) por ações psíquicas internas, podendo “a ação ser traslada totalmente para o plano mental (Núñez, 2009).

Fonte: Galperin (2001c), Núñez (2009) e Talízina (1987).

No contexto escolar de nível básico, o método citado mostra-se como uma opção para o ensino da genética mendeliana, mais precisamente à Lei da Segregação Genética ou 1ª Lei de Mendel, com adaptações para cada contexto. A incorporação desse modelo justifica-se pela contribuição na organização sequencial dos conceitos desse objeto de conhecimento visando, por exemplo, entender de forma sistemática o vocabulário associado e que, frequentemente, apresenta termos de difícil compreensão para os alunos (Rosário, 2016). Em termos gerais, essa Lei da genética é caracterizada por esclarecer que um par de alelos se dissociam durante a formação dos gametas (Reece *et al.*, 2015). Para uma compreensão mais abrangente, outros conceitos estão relacionados, tais como: meiose na divisão celular, estrutura e composição dos cromossomos, fenótipo e genótipo, além de heterozigotos, homozigotos e síntese proteica.

Estudos mostram que a maioria dos alunos do ensino médio não entende bem os conceitos de genética, especialmente sobre como os traços são transmitidos e expressos nos organismos (Hong *et al.*, 2021; Ojo, 2023). Nesse contexto, torna-se importante o desenvolvimento de critérios para selecionar, identificar e organizar os conceitos e objetivos de aprendizagem relacionados à genética mendeliana, a fim de superar as dificuldades mencionadas (Araújo; Leite, 2020).

A teoria de Galperin pode, portanto, possibilitar ao professor de Biologia agir como orientador das etapas descritas (Quadro 1), auxiliando os alunos a transformar ações externas em internas (mentais) a partir de atividades planejadas e orientadas. Isso deve-se ao fato de que, baseada nas ideias vigotskianas, Galperin realizou diversas práticas de ensino para identificar os tipos de atividades que os estudantes (crianças em seus estudos) pudessem assimilá-las a partir das experiências sociais. Referente a essa forma de ensino, Stepanova (2003, p.78) menciona que “[...] se, para Vygotsky, a principal questão era o que ensinar, para Galperin, por outro lado, o foco

da atenção estava no problema de o quê ensinar e como ensinar”. Corroborando com isso, Núñez (2009, p. 93) revela que Galperin “elaborou um dos estudos mais detalhados a respeito das etapas de formação da atividade interna com base na externa e do papel de cada um dos momentos funcionais da atividade-orientação”. Com isso, é a partir da apropriação de como ocorre o processo de internalização dos conceitos que escola e docentes podem juntos superar lacunas encontradas na formação inicial docente e conduzir aos processos reflexivos da prática de ensino.

Diante da importância da teoria em questão no âmbito pedagógico, esta pesquisa justifica-se por considerar que o ensino da 1ª Lei de Mendel (e a consequente aprendizagem de seus conceitos pelos alunos) pode ser repensada e valorizada, uma vez que sua essência está em mostrar que as atividades devem ser focalizadas nas ações e experiências práticas com aplicação de técnicas que estimulem a exploração, experimentação, descoberta e criatividade dos educandos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar as contribuições da teoria de Galperin para o ensino da Lei da Segregação Genética.

2 Aspectos metodológicos

A pesquisa em questão é aplicada e com aportes provenientes de estudos básicos, buscando utilizar conhecimentos científicos para obter melhorias concretas por meio da integração entre teoria e prática (Silva; Menezes, 2005). Ao analisar os impactos dessa natureza, buscou-se aprimorar a prática docente e identificar possibilidades de aplicação no contexto educacional, visando promover uma aprendizagem mais significativa dos conceitos genéticos mendelianos pelos estudantes.

Adotou-se abordagem com combinação de elementos quantitativos e qualitativos com o intuito de realizar uma análise abrangente dos dados obtidos (Creswell, 2010). A coleta e análise de dados quantitativos incluíram os resultados da avaliação diagnóstica e demais meios com utilização da escrita pelos alunos ao longo das aulas, como os mapas conceituais e *folders*. Além disso, os dados qualitativos compreenderam as observações realizadas em sala de aula, bem como o cruzamento dessas informações com as bases teóricas relevantes ao tema, visando entender os principais impactos do método de ensino adotado.

A pesquisa⁴ foi realizada em uma escola pública localizada no município de Cascavel/CE, em uma turma de 3ª série do ensino médio com a participação de 41 alunos. Após a obtenção do consentimento do gestor escolar e dos alunos, foi estabelecido um diálogo com a professora responsável pela disciplina de Biologia para determinar o período de realização das aulas e o assunto a ser abordado. Devido à coincidência de datas do currículo escolar e da pesquisa (maio e junho de 2023), foram abordados os conceitos relativos à compreensão da '1ª Lei de Mendel'. Em consenso com a professora titular, foram planejados três encontros aos quais foram ministrados pelo pesquisador, totalizando duzentos minutos.

No momento 01, cinquenta minutos foram destinados à aplicação de uma avaliação diagnóstica. Na semana seguinte, momento 02, destinaram-se mais cinquenta minutos com objetivo de revisar o objeto do conhecimento que fora identificado como deficiente na avaliação diagnóstica: 'meiose'. O terceiro encontro aconteceu em semana posterior ao momento 02, compreendendo cem minutos focados na compreensão dos trabalhos de Mendel e sua 1ª Lei, ao qual se constituiu o tema principal. Essa divisão dos momentos foi planejada a fim de garantir uma sequência pedagógica adequada, explorando os conceitos do assunto principal com guiamento realizado pelo método de Galperin.

Uma parte do processo de coleta de dados envolveu a implementação de uma avaliação diagnóstica online por meio da plataforma gratuita *Google Forms* (<https://docs.google.com/forms>). Esta avaliação consistiu em perguntas de múltipla escolha, visando uma rápida tabulação dos dados e acelerando o processamento dos resultados para o planejamento das aulas de revisão sobre 'meiose' e genética mendeliana. A estrutura dessa ferramenta atentou-se à formulação dos enunciados para atingir uma maior qualidade possível da questão, visto que se o “enunciado definir sempre uma situação concreta e conter no seu final uma questão bem clara a ser respondida, ele é considerado como um bom enunciado” (Bollela *et al*, 2018, p. 79).

Os produtos elaborados pelos alunos, mapas mentais e *folders*, desempenharam um papel essencial como recursos complementares na coleta de dados. Sendo uma técnica que se utiliza de organização gráfica com cores, imagens e palavras-chave interligadas de forma não linear em torno de uma ideia central,

⁴ Estudo aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa. CAAE Nº: 68122523.4.0000.8367.

estimulando o pensamento global e cerebral (Dell'isolla, 2020), os mapas mentais possibilitaram uma organização intuitiva e criativa das informações. Por outro lado, o *folder*, "documento impresso de tamanho reduzido que, composto somente por uma folha de papel, possui uma ou mais dobras, pode ser usado para apresentar informações gerais sobre algo ou para divulgar e publicitar um evento, um projeto" (Dicio, 2023, *online*), facilitou a síntese das informações relevantes sobre a 1ª Lei de Mendel fornecendo uma visão geral e concisa dos principais aspectos do tema na visão dos alunos.

A análise dos dados seguiu a abordagem proposta por Laurence Bardin, conhecida como análise de conteúdo. Segundo Bardin (2016), essa abordagem envolve a categorização e a interpretação dos dados qualitativos, buscando identificar temas, padrões e significados subjacentes nas respostas dos participantes, como resumido na figura 1. Esse detalhamento requer uma leitura atenta e sistemática dos dados, agrupando as informações em categorias relevantes e criando uma estrutura organizada para a interpretação dos resultados.

Figura 1: Organização da análise de conteúdo segundo Bardin (2016).



Fonte: Bardin (2016).

3 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção, os resultados da pesquisa são apresentados para facilitar a análise reflexiva do problema central: “De que forma a Teoria da Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos colabora com a prática pedagógica de

Biologia no ensino médio? No contexto das discussões, busca-se não apenas fornecer uma resposta a essa indagação, mas proporcionar uma compreensão sobre o impacto dessa abordagem teórica no contexto educacional.

3.1 Momento 01: Avaliação diagnóstica

Previamente à execução dos procedimentos da pesquisa, foi necessário realizar um planejamento em colaboração com a professora, a fim de discutir diversos pontos importantes, incluindo a elaboração de uma avaliação diagnóstica. As etapas subsequentes do percurso foram organizadas a partir dessa avaliação, dado que ela “visa determinar a presença ou ausência de conhecimentos e habilidades, inclusive buscando detectar pré-requisitos para novas experiências de aprendizagem” (Sant’Anna, 2014, p. 34). Diante disso, seus resultados auxiliaram na elaboração de estratégias de ensino dos conceitos que são considerados básicos para o entendimento do principal objeto do conhecimento (1ª Lei de Mendel). Com base nas informações obtidas por meio da avaliação diagnóstica, foi necessário adaptar a quantidade de aulas e os métodos utilizados em busca de atender as necessidades de aprendizagem.

Para identificação dos conhecimentos prévios, a avaliação diagnóstica explorou alguns conceitos importantes de Biologia celular a nível de ensino médio, que foram: núcleo, cromossomos, DNA, RNA, genótipo, fenótipo, meiose e noções de frações (matemática básica). Por conseguinte, os resultados dessa avaliação revelaram deficiências em alguns tópicos específicos.

Durante a sondagem, observou-se que a maioria dos estudantes demonstrou proficiência nos conceitos básicos. Um ponto notável foi a habilidade dos alunos em responder corretamente a perguntas relacionadas à meiose, destacando-se uma taxa de acerto de 75,6% em uma questão específica. Esta questão envolveu a aplicação prática dos conhecimentos, em que foi solicitado aos alunos que determinassem o número de cromossomos em células somáticas de um híbrido resultante do cruzamento entre um asno (*Equus asinus*) e uma égua (*Equus caballus*). No entanto, quando questionados sobre a divisão de células gaméticas e o número de células-filhas resultantes, apenas 31,7% dos alunos responderam corretamente, evidenciando uma área de dificuldade.

Esses resultados mostraram uma lacuna na compreensão consolidada dos conceitos relacionados à meiose, possivelmente influenciada pela abordagem de

ensino em anos anteriores. Uma pesquisa realizada por Santiago e Carvalho (2020) sobre as limitações dos estudantes na compreensão dos conceitos da meiose, revelou dois quesitos como fatores responsáveis pelo *déficit* de aprendizagem na visão dos estudantes entrevistados: ‘problemas de habilidade’ dos professores na abordagem e a ‘complexidade’ do assunto. Relata-se essa ‘complexidade’ devido o assunto envolver termos e conceitos específicos como ‘separação dos cromossomos para a formação de gametas e futura formação de zigotos’, ‘fases do ciclo celular (interfase, prófase, metáfase, anáfase, telófase)’, entre outros. Isso possibilita entender, em parte, algumas das dificuldades que os estudantes do ensino médio possuem na compreensão dos conceitos que envolvem a meiose.

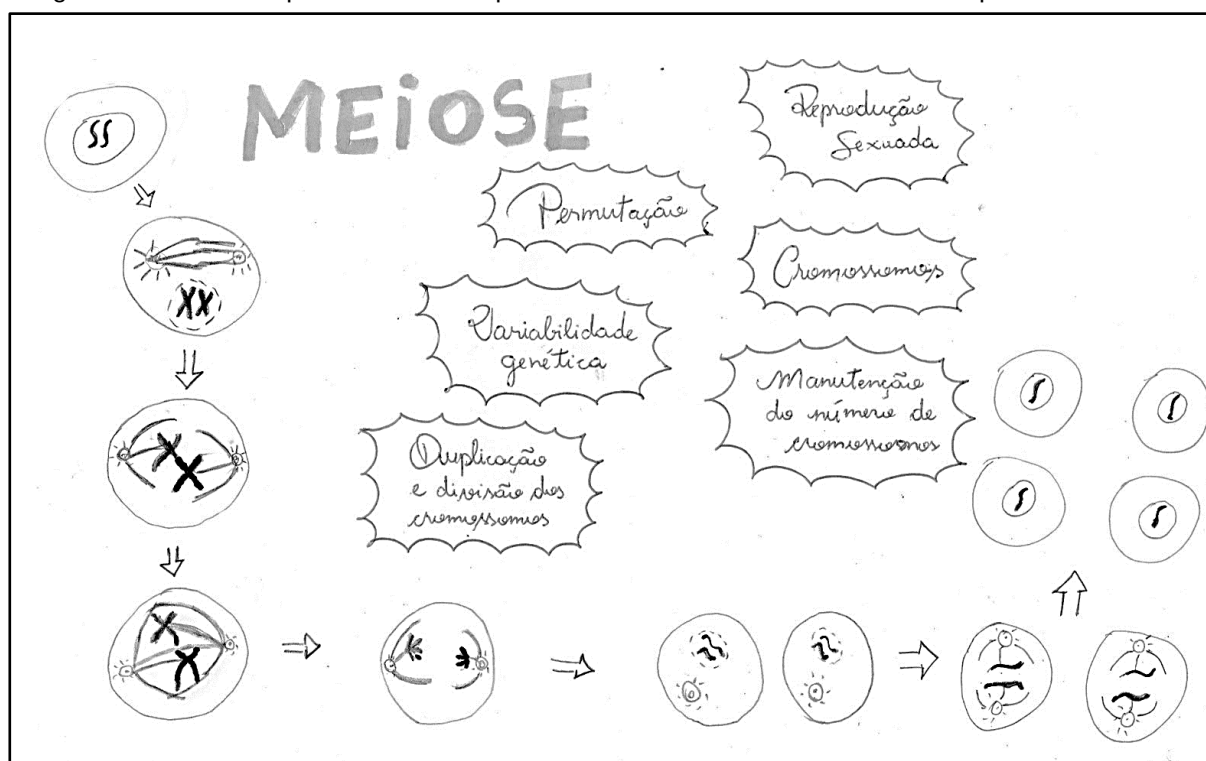
3.2 Momento 02: Revisão (divisão celular meiose)

Nesta seção, encontra-se a abordagem metodológica de uma aula de cinquenta minutos ao qual abordou os processos celulares peculiares à meiose, apontada na avaliação diagnóstica como necessária para introdução à 1ª Lei de Mendel. Como forma de evitar termos técnicos e, com isso, facilitar seu entendimento, foram utilizadas animações digitais⁵ (clique neste [link 1](#) para acessar a sequência de imagens) através de projetor multimídia. Neste estágio, o professor-pesquisador, com a contribuição de estudantes que demonstraram desempenho satisfatório na avaliação diagnóstica, delineou de maneira gradual e sucinta as etapas da meiose. É válido lembrar que os alunos em questão participaram ativamente da aula, contribuindo com respostas às perguntas abertas e dialogadas feitas pelo professor durante a sessão, como modo de facilitar a linguagem do assunto estudado aos demais.

Em seguida, para verificação da aprendizagem, foi solicitado que esquematizassem, de forma individual e em uma folha de papel tamanho A4, os principais processos meióticos. Ao final, 34 alunos conseguiram resumir de forma clara e plausível, através de esquemas com representações, a quantidade do número de cromossomos (quantidade aleatória determinada por eles) nas etapas da meiose. A Figura 2 apresenta um dos resumos confeccionados.

⁵ LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio. Volume 2**. DVD-ROM. São Paulo, SP, 2014.

Figura 2: Resumo esquemático das etapas da divisão celular meiose elaborado por um estudante.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

A forma de estudar temas através de imagens é fundamental para ajudar os alunos a entender vários assuntos, principalmente aqueles considerados complexos no que diz respeito aos termos empregados na Genética. Ao associar imagens a um conjunto de informações, leis ou princípios, os estudantes podem criar um diagrama ou desenho para ajudá-los a recordar o que foi visto. Sobre a importância desse instrumento, Sardelich (2006, p. 459) esclarece que “as imagens não cumprem apenas a função de informar ou ilustrar, mas também de educar e produzir conhecimento”. Diante disso, esse método possibilitou o engajamento dos alunos durante a aula tornando-os mais propensos a participar da aula.

3.3 Momento 03: A teoria de Galperin na prática docente (abordagem do objeto de conhecimento ‘1ª Lei de Mendel’)

No início dos processos didático-metodológicos fundamentados nos métodos galperianos, os alunos foram divididos em 19 duplas, com formação de apenas um trio (41 alunos no total). A divisão ocorreu dessa maneira para que as atividades das etapas ‘material’ e ‘linguagem externa’ pudessem ser realizadas pelos próprios estudantes em colaboração com os colegas, como indicada na teoria em questão.

Na perspectiva de estudos em duplas, os alunos foram encorajados a discutir

entre si os temas abordados, proporcionando-lhes a oportunidade de contemplar os conceitos sob diferentes pontos de vista. Ao compartilharem opiniões com seus parceiros, puderam aprimorar suas habilidades de comunicação e assumir responsabilidade mútua no incentivo ao esforço, uma vez que “todas as funções superiores se originam das relações reais entre indivíduos” (Vygotsky, 1991). Após essa organização, as aulas foram executadas de acordo com as etapas: motivação; orientação; ação material ou materializada; a ação verbal externa; ação verbal internalizada.

3.1.1 Etapa motivação

Na etapa inicial denominada motivação, o professor-pesquisador apresentou duas notícias de *sites* de acesso público por meio do projetor multimídia com as seguintes notícias: “Nos 200 anos de Gregor Mendel, conheça a história do frade agostiniano que assentou a pedra angular da Ciência Genética” (disponível neste [link 2](#). Acesso em 25 maio 2023) e “Albinismo: um caso de dominância completa” (disponível neste [link 3](#). Acesso em 25 maio 2023).

A seleção das notícias ocorreu devido à apresentação de fatos curiosos, os quais também delineavam problemas a serem analisados e discutidos durante a aula, pois, “um dos meios que suscita a motivação interna nos estudantes é aprendizagem por problemas ou por situações-problema” (Núñez; Ramalho, 2017, p. 86). Essa etapa, mesmo ainda não tendo o conteúdo propriamente dito, foi fundamental na busca de sensibilizar os alunos a alcançarem seus motivos de aprendizagem do assunto. Galperin, no seu programa de pesquisa, considerou a motivação como um elemento fundamental para a formação das ações mentais e dos conceitos, mas não a incluiu, de forma específica, como parte do processo de internalização. Talízina, uma de suas alunas, que o definiu como passo inicial (denominada por ela como ‘etapa zero’) na teoria de Galperin (*ibid.*, 2017).

A motivação impulsiona o desejo de aprender, ajudando os alunos a se envolverem com os conteúdos e a superarem desafios, promovendo um melhor entendimento dos conceitos (Fortus, 2014). Diante disso, quando os alunos têm (ou encontram) um motivo para aprender, eles podem se tornar mais propensos a se esforçar e ‘reter’ os conceitos de forma mais eficaz. Sendo a motivação um assunto complexo e que envolve diferentes fatores, como necessidades, desejos e intenções, é difícil, porém, estabelecer uma relação direta entre motivo, necessidade e objeto da

atividade.

Diante disso, Núñez e Ramalho (2017, p. 86) afirmam que “por isso, a motivação para a aprendizagem não pode desconsiderar os diferentes fatores que influenciam a subjetividade de cada estudante”. Eles têm, assim, suas motivações internas e subjetivas, além da oportunidade de serem sensibilizados a partir de fatores externos como as situações-problemas. Em face do exposto, a abordagem das situações-problema propostas pelo professor-pesquisador durante a aula de Biologia visou, ademais, proporcionar oportunidades para desenvolver habilidades de resolução de problemas e do pensamento crítico, e da capacidade de trabalhar em equipe.

O objetivo, portanto, dessa etapa foi mostrar aos alunos a utilidade prática de seus conhecimentos na atividade criativa, o que os incentivou a continuar atentos, engajados e participativos nos próximos passos. Destaca-se nessa etapa que se os motivos individuais foram atingidos com a pretensão da aprendizagem dos referidos saberes, os alunos puderam estar mais propensos a discutir e interpretar dados e conceitos. É necessário reforçar que, mesmo sendo uma etapa que ocorre no início da aula, ela deve ser lembrada constantemente nos momentos subsequentes.

3.1.2 Etapa orientação

Neste momento, foram executadas as instruções dos procedimentos que deveriam ser realizados pelos alunos nas etapas seguintes. Para isso, houve diálogo aberto com os educandos e utilização do quadro branco como meios de exposição da sequência de atividades. Além disso, o experimento de Mendel e seus resultados foram apresentados utilizando-se do livro didático como guia para a prática que fora realizada em momento posterior.

Segundo Galperin (1982), esse modelo representativo da tarefa a ser executada pelos alunos e que é essencial para execução das mesmas é denominado de BOA (Base Orientadora da Ação). Ela tem a função de auxiliá-los na compreensão do processo de aprendizagem de forma concreta e eficiente, além de identificar os erros e acertos que possam surgir ao longo do processo.

Foi nesta etapa que os alunos passaram a ter sua própria orientação da ação a ser desenvolvida, isto é, construíram sua própria BOA. No entanto, para que eles alcançassem essa base orientadora foi necessário que o docente pesquisador

realizasse esquemas instrucionais sucintos e diretivos. Esse esquema, denominado por Galperin (2001c) de Esquema da Base de Orientação (EBOCA), é desenvolvido pelo professor ou fornecido durante a adoção dos assuntos do componente curricular específico com função de representação visual da BOA, sendo, portanto, um instrumento de auxílio aos professores e alunos na organização dos assuntos estudados. Galperin (2001a) chamou essa ferramenta orientativa realizada pelo professor de ‘mapa de atividade’, em que menciona sua importância na aprendizagem:

É necessário assinalar que a presença do mapa da atividade muda amplamente a atitude do sujeito diante da tarefa. Em sua ausência, observa-se o sujeito, indiferente, com necessidade de estímulos externos. Uma vez que esse sujeito recebe o mapa da atividade, muda totalmente e se torna ativo. O estudante recebe a ferramenta “nas suas próprias mãos” e se transforma em dono da situação, enquanto, sem o mapa, é um executor passivo que depende das orientações alheias (Galperin, 2001a, p.37).

Verificou-se, então, que a orientação pedagógica foi uma importante ferramenta para o desenvolvimento da BOA dos estudantes. Nesta etapa, o professor pesquisador pôde organizar melhor o tempo pedagógico e obter um maior aproveitamento dos recursos disponíveis. Sabendo que esse momento “exige a participação criativa do estudante na construção de novos modelos de ação, em situações de transferências de aprendizagem” (Núñez; Ramalho, 2017, p. 82), houve, dessa forma, contribuição para o desenvolvimento da autonomia e da criatividade dos alunos nas etapas seguintes, bem como para o fortalecimento da relação professor-aluno.

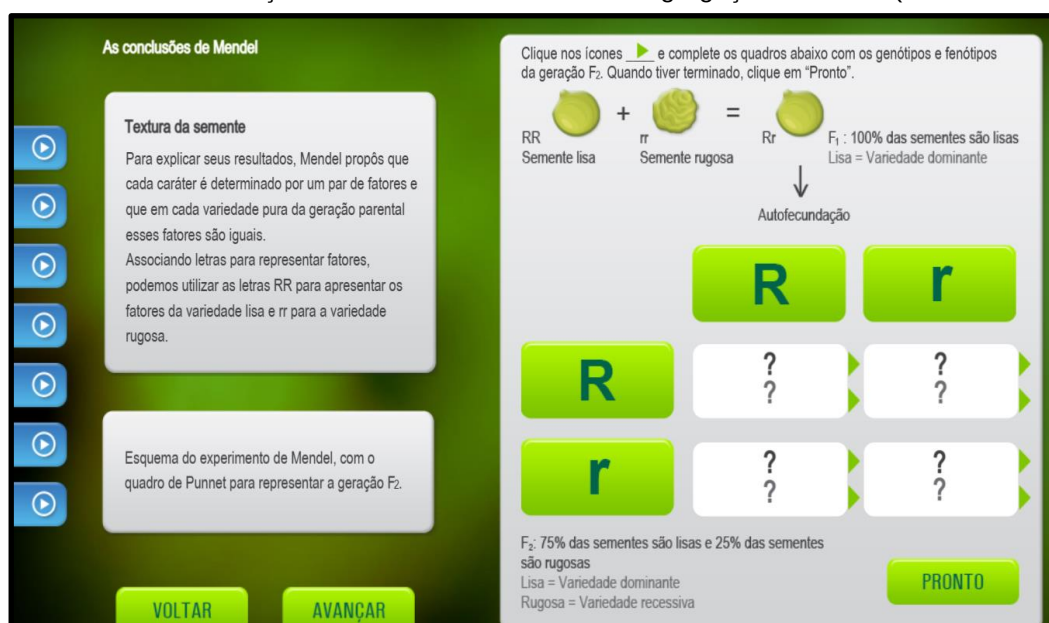
3.1.3 Etapa material ou materializada

O termo ‘material’ indica que o aluno terá o contato direto com o próprio objeto de estudo. Por exemplo, a visualização de células da mucosa bucal no microscópio é um ‘material’ de estudos da Biologia. Já o termo ‘materializado’ refere-se à sua representação, como exemplo, um desenho ou animação de uma célula animal. Esse momento é essencial para que o estudante possa compreender os conceitos que serão internalizados e, por conseguinte, facilitar sua preparação para a etapa seguinte que é realizada verbalmente (Núñez, 2009).

Para a materialização do assunto principal, foi necessário o uso do Laboratório Escolar de Informática (LEI) para o uso de computadores. Neste ambiente, os educandos foram dispostos em duplas por computador e, com orientação do

professor, iniciaram as atividades com o simulador digital para observação das demonstrações dos experimentos realizados por Mendel. O primeiro momento foi reservado a visualizar os cruzamentos a partir de uma única característica (cor das sementes) com a respectiva conclusão da 1ª Lei (clique neste [link 1](#) para acesso às imagens da simulação, anexo 2). Nessa materialização, os alunos passaram a revezar entre si para a solução de problemas e a respectiva obtenção de resultados possíveis de alguns cruzamentos postos pelo simulador digital como indicado no modelo a seguir (figura 3).

Figura 3: Painel de simulação de cruzamentos da Lei da Segregação Genética (1ª Lei de Mendel).



Fonte: Lopes; Rosso (2014).

Através dessa etapa os alunos tiveram a oportunidade de tornar mais ‘concreto’ alguns conceitos revelados há muito como abstratos. Reforça-se ainda que eles, através da visualização e resolução de problemas, puderam compreender as noções básicas da 1ª Lei de Mendel. Enfatiza-se essa possibilidade de aprendizagem, por ser este o momento em que os “estudantes se relacionam com os próprios objetos e fenômenos e realizam com estas ações manipulativas, externas. Distinguindo-as, fixando-as e separando-as com ajuda das palavras consegue, posteriormente, a transição para o plano mental” (Núñez, 2009, p. 107).

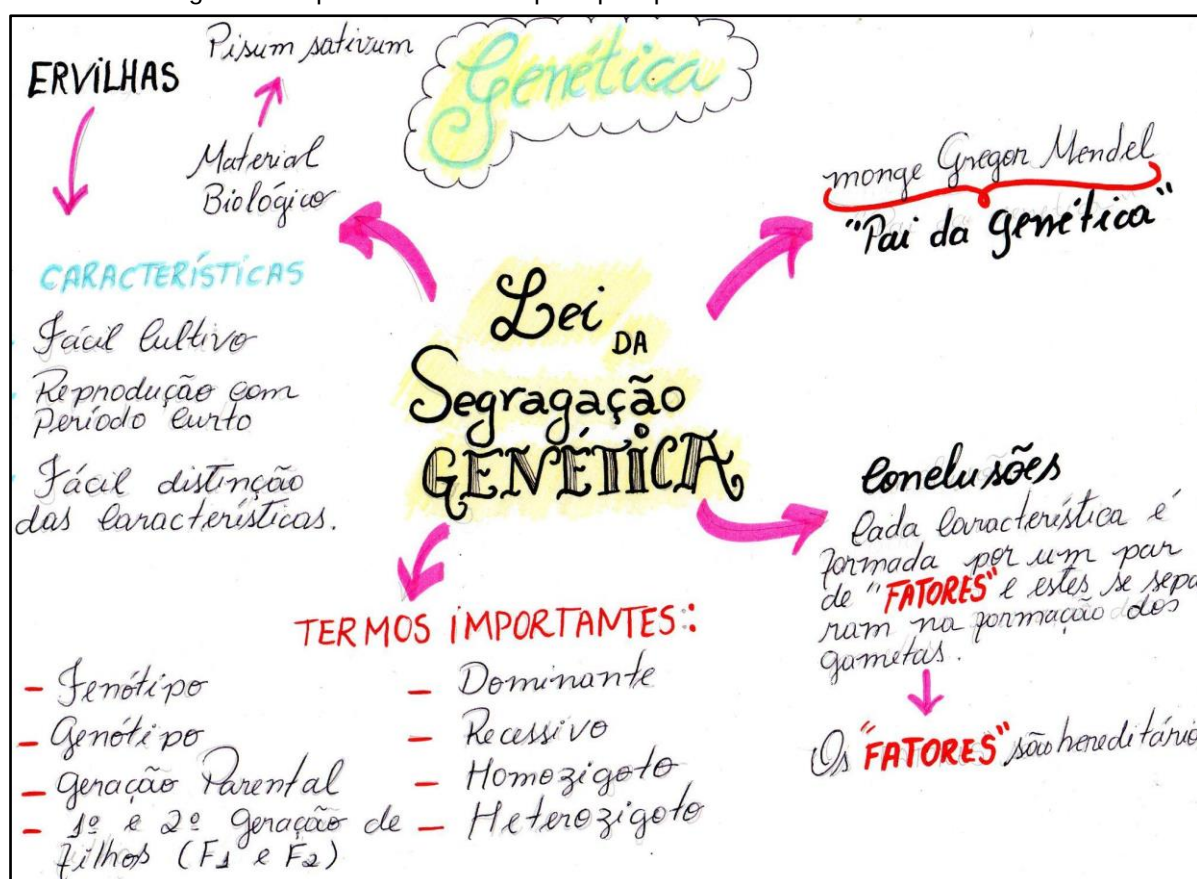
À vista disso, as simulações puderam ilustrar conceitos iniciais da genética (genótipo e fenótipo, por exemplo) através de modelos tridimensionais dos experimentos de Mendel e de realização de cruzamentos de diversas características do material biológico utilizado pelo cientista à época. Ao longo da prática digital, os alunos se preparavam para a etapa da ação verbal externa, uma vez que, na

manipulação dos simuladores com o revezamento da sua utilização pela dupla, houve a realização de diálogos oportunizando uma breve verbalização dos conceitos adotados.

3.1.4 Etapa da ação verbal externa

Ao retornarem à sala de aula, após o uso do LEI, o professor-pesquisador recordou as situações noticiadas no início do encontro (etapa motivação) com o intuito de debater abertamente sobre a inter-relação dos conceitos já estudados com os conteúdos procedimentais e atitudinais. Em seguida, foi requerido que as duplas e o trio elaborassem um mapa mental que reunisse os diversos conceitos vistos. Após, expuseram verbalmente seus escritos aos demais colegas. A seguir, encontra-se um mapa mental idealizado por uma das duplas (Figura 4).

Figura 4: Mapa mental com os principais pontos sobre a 1ª Lei de Mendel.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

A linguagem externa foi usada pelos alunos para representar os objetos materializados e os fenômenos decorrentes. Foi a etapa em que se iniciou a substituição da representação real (concreta) por símbolos e palavras. Galperin (2001a) destaca que esse processo ocorre de forma paulatina, tornando o significado das palavras com maior compreensão em relação ao conceito estudado. As

representações mentais do objeto estudado e com a respectiva externalização escrita (mapa mental) e verbal (explicações aos demais colegas sobre o mapa mental construído) foram fundamentais para a aprendizagem dos conceitos da 1ª Lei de Mendel, pois permitiu que os alunos organizassem informações tidas como complexas e abstratas e as codificassem através do que foi pedido pelo professor pesquisador na etapa seguinte (etapa da ação no plano mental) de forma individual e sem consulta a recursos didáticos.

A forma de se expressar evidenciada nesse momento da aula foi, portanto, essencial para o desenvolvimento psíquico dos estudantes, uma vez que, segundo Vygotsky (1991) o pensamento e a palavra são inseparáveis, pois a palavra dá vida ao pensamento e o pensamento necessita de palavras para se manifestar. Diante disso, a relação entre a representação dos materiais elaborados mentalmente e o uso das expressões verbalizadas de forma dinâmica colaborou para o progresso cognitivo.

3.1.5 Etapa da ação no plano mental

Após a elaboração dos mapas mentais, os alunos foram convidados a criar um *folder* em papel tamanho A4 dividido em três colunas iguais, individualmente e sem consulta às ferramentas didáticas. Foram informados que esse instrumento avaliativo deveria ser composto pelos pontos principais dos experimentos de Mendel que o levou a formular a denominada Lei da Segregação Genética. A seguir, encontra-se um *folder* idealizado por uma estudante, com a visualização externa (figura 5) e interna (figura 6) do material.

Ao fim do momento, foi verificado que 32 alunos, dos 41, conseguiram realizar a tarefa de forma consciente e autônoma, sem a necessidade de qualquer auxílio externo. Infere-se, dessa maneira, que foi por meio desse último momento que estes discentes apresentaram evidências da internalização das ações. Isso foi evidenciado porque “a forma mental da ação é a etapa final no caminho da nova ação de externa em interna. Por sua origem, a ação mental está relacionada com a ação material e é o seu reflexo” (Núñez, 2009, p. 115). Essas ações mentais, por sua vez, são consideradas como sendo possibilidades de visualizações mentais dos objetos materializados nas etapas anteriores.

Figura 5: Visualização externa do *folder* com o resumo da Lei da Segregação Genética.

Características que foram estudadas por Mendel

- Textura da semente;
- Cor da semente;
- Cor das pétalas;
- Forma da vagem;
- Cor da vagem imatura;
- Posição da flor;
- Altura da planta.

"Nós crescemos pensando que o nosso destino estava nas estrelas. Agora sabemos que, em boa parte, nosso destino está nos genes."

JAMES WATSON, BIÓLOGO AMERICANO, UM DOS PESQUISADORES QUE PROPÕS O MODELO DE DUPLA-HÉLICE DA MOLÉCULA DE DNA. JUNTO COM FRANCIS CRICK E MAURICE WILKINS, FOI GANHADOR DO NOBEL DE FISIOLÓGIA E MEDICINA EM 1962.

genética
Mendel

1ª Lei de Mendel ou Princípio da Segregação dos caracteres: cada característica é condicionada por um par de fatores que se separam na formação dos gametas.

P	AA	aa		
F ₁	Aa	Aa		
F ₂	AA	Aa	Aa	aa

Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Figura 6: Visualização interna do *folder* com o resumo da Lei da Segregação Genética.

Material escolhido:

- ✓ Ervilha-de-cheiro (*pisum sativum*)

Motivos da escolha:

- ✓ Fácil cultivo;
- ✓ Ciclo reprodutivo curto, ou seja, muitas gerações em pouco tempo;
- ✓ Grande número de gerações com muitos descendentes.

Investigando os experimentos de Mendel COM ERVILHAS

1º MOMENTO
Linhagens puras

2º MOMENTO
Cruzamento entre duas linhagens. A geração F₁, resultado deste cruzamento, é 100% com ervilhas amarelas.

3º MOMENTO
Autopolinização destas plantas com ervilhas amarelas. A geração F₂, resultado da autopolinização, é 75% plantas com ervilhas na cor amarela e 25% plantas com ervilhas na cor verde.

CONCLUSÕES de Mendel

- ✓ Cada característica é representada por um par de fatores;
- ✓ Cada fator de um par é recebido pelo indivíduo materno e paterno;
- ✓ Quando um indivíduo tem dois fatores diferentes, apenas um fator pode aparecer. (dominância e recessividade)

Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Como resultado dessas ações mentais, Galperin (2001b) desvela que os alunos tendem a planejar a execução de novas tarefas semelhantes prevendo as

consequências dessa nova ação. Portanto, a atividade proposta nessa etapa foi idealizada para perceber o desenvolvimento das habilidades dos estudantes em representar os objetivos da situação a ser resolvida, efetivar o plano de execução da atividade e solucionar, individualmente, o problema em questão. Ao resolver a situação indicada, significa que as ações externas de cada aluno trilharam uma trajetória rumo a internalização dos conceitos abordados nas aulas.

4 Considerações finais

Este estudo teve como proposta principal explorar a aplicação dos métodos galperianos nas aulas de Biologia do ensino médio, com foco específico na 1ª Lei de Mendel. Através de aprofundamentos teóricos e de uma abordagem metodológica peculiar a esse teórico, buscou-se compreender e refletir sobre o problema: de que forma a Teoria da Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos colabora com a prática pedagógica de Biologia nesse nível de ensino?

A partir do objetivo da pesquisa, que buscou analisar as contribuições da teoria de Galperin para o ensino da Lei da Segregação Genética, constatou-se que houve um alcance satisfatório desse objetivo, pois evidenciou-se que sua aplicação oportuniza aos alunos a aprendizagem e exploração dessa ciência por meio de experiências práticas e debates em que, a partir de ações externas, ocorre o processo de internalização dos conceitos biológicos. Ademais, ela demonstra ser capaz de tornar o aluno um agente ativo no processo de sua aprendizagem de forma colaborativa com auxílio do professor e dos demais colegas de sala. Para além, foi possível perceber que ela permitiu ao professor realizar o monitoramento do progresso da turma identificando as dificuldades e os avanços na aprendizagem com oportunidade de fornecer *feedback* individualizado e encorajar os alunos a enfrentar desafios e, conseqüentemente, a constatação de possibilidades na melhoria da sua prática docente. Isso mostra, portanto, que a teoria de Galperin é um dos vieses que pode auxiliar o professor de Biologia no ensino de diversos conceitos, inclusive de genética mendeliana.

A teoria apresentada revela que o ensino de Biologia pode ocorrer de forma progressiva com base na consolidação dos conhecimentos em etapas (não lineares ou fixas) às quais favoreçam o desenvolvimento de habilidades de raciocínio analítico, bem como a aquisição de conhecimentos específicos. Diante disso, sugere-se, então, que os professores reflitam sobre sua prática pedagógica e ampliem seus meios

didáticos para que os alunos tenham efetividade na aprendizagem de diversos conceitos da área.

Apesar da presente pesquisa ter fornecido análises e reflexões sobre o tema em questão, é importante ressaltar que sua investigação foi limitada a uma única escola de ensino médio e em um contexto temporal e geográfico específicos. Portanto, é crucial ter cautela ao realizar generalização dos resultados e fazer comparações com outras instituições de ensino que possuam características distintas. Nesse sentido, sugere-se a realização de estudos futuros que englobem uma amostra mais diversificada de escolas e participantes a fim de obter perspectivas variadas e ampliar a compreensão sobre o impacto da teoria de Galperin na prática pedagógica de Biologia no ensino médio. Além disso, recomenda-se que outras pesquisas possam ser construídas para maior aprofundamento dessa teoria e que possam, por exemplo, identificar a influência dos saberes prévios dos alunos na internalização dos conceitos.

Referências

ARAÚJO, Maurício dos Santos; LEITE, Aracelli de Sousa. “O caminho das ervilhas”: recurso didático no ensino da genética mendeliana. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 514–529, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/1878>. Acesso em: 13 jul. 2023.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOLLELA, Valdes Roberto *et al.* Avaliação Somativa de Habilidades Cognitivas: Experiência Envolvendo Boas Práticas para a Elaboração de Testes de Múltipla Escolha e a Composição de Exames. **Revista Brasileira de Educação Médica** [online], v. 42, n. 4, p. 74-85, 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DELL'ISOLLA, Alberto. **Mentes Geniais**. São Paulo: Universo dos Livros, 2020.

DICIO. **Dicionário Online de Português**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em: 28 jun 2023.

FORTUS, David. Motivação e Aprendizagem da Ciência. *In*: Gunstone, R. (eds): **Enciclopédia de Educação Científica**. Revohot: Springer, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. **Introducción a la Psicología**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. La dirección del proceso de aprendizaje. In: ROJAS, L. Q. (Comp.). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001a, p.85-92.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. Sobre la formación de las imágenes sensoriales y de conceptos. In: ROJAS, L. Q. (Comp.). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001b, p.27-40.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. Tipos de orientación y tipos de formación de acciones e de los conceptos. In: ROJAS, Luis Quintanar (Compilador). **La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001c, p. 41-56.

HONG, Đỗ Thị *et al.* Evaluation of general understanding on genetics subject of high school students. **Educational Sciences**, 2021, v. 66, Issue 4G, p. 17-24, 2021. Disponível em: <https://bio.hnue.edu.vn/LinkClick.aspx?fileticket=ALPkqd9-SkY%3D&portalid=0>. Acesso em: 15 abr. 2024.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências profissionais e profissão docente. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio**. Volume 2. DVD-ROM. São Paulo, SP, 2014.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. **Vygotsky, Leontiev e Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber livros, 2009.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite. A teoria da Formação Planejada das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya. Galperin: contribuições para a Didática Desenvolvimental . Obutchénie. **Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 70-97, 2017.

OJO, Ayodeji Temitope. Examination of secondary school students' conceptual understanding, perceptions, and misconceptions about genetics concepts. **Pedagogical Research**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/pr/14095>. Acesso em: 15 abr. 2024.

REECE, Jane B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

ROSÁRIO, Kauane Durães do. **O ensino de genética em escolas públicas de Urucuia – MG**. 2016. 53f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

SANT'ANNA, Ilza Martins. **Por que avaliar? Como avaliar?: Critérios e instrumentos**. 17. ed. Vozes: Petrópolis, 2014.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SANTIAGO, Sônia Aparecida; CARVALHO, Hernandes Faustino de. A Fragilidade do Ensino da Meiose. **Ciência & Educação** Ciência & Educação, Bauru, v. 26, p. 1-15, 2020.

SARDELICH, Maria Emília. Leitura de imagens, cultura visual e prática educativa. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 128, p. 451-472, maio/ago. 2006.

STEPANOVA, Marina. The problem of instruction and development in the Works of L. S. Vigotsy. **Russian Educations and Society**, v. 45, n. 6, June., p.73-87, 2003.

TALÍZINA, Nina Fiódorovna. **La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares**. Universidad de la Habana, 1987.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.