

## GENÉTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: REPRESENTAÇÕES DIDÁTICAS NA APRENDIZAGEM DO MENDELISMO

*Genetics in fundamental teaching: didactic representations in the learning of Mendelism*

**Bruna Rodrigues da Silva** [brunarodrigues.bs@hotmail.com]

*Instituto Federal do Piauí*

*IFPI, Campus Teresina Central, Praça da Liberdade, 1597, Centro, Teresina-PI*

**Tiago Rodrigues da Silva** [thiago2581@hotmail.com]

*Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”*

*UNESP/Marília, Av. Higino Muzi Filho, 737 - Portaria A - Mirante, Marília - SP*

*Recebido em: 08/10/2019*

*Aceito em: 07/05/2020*

### Resumo

O objetivo do artigo foi analisar a aplicação de botões de costura como representações didáticas no ensino e aprendizagem de conceitos genéticos no 9º ano do ensino fundamental. Os dados foram coletados por meio de observações dos pesquisadores e dois testes. O pré-teste para averiguar os conhecimentos dos alunos obtidos nas aulas teóricas, expositivas e dialogadas com auxílio dos livros didáticos. O pós-teste na avaliação dos conteúdos pelos alunos com a proposta metodológica. Os resultados obtidos mostram que as representações didáticas foram eficazes, uma vez que os alunos desenvolveram habilidades para compreender os conceitos básicos que envolvem a hereditariedade e estabelecer raciocínios matemáticos sobre a primeira lei de Mendel. O uso de botões como representações didáticas de conceitos genéticos permitiu trabalhar os conceitos e aplicações de alelos, fenótipo, genótipo e monohibridismo de forma mais “física” e palpável. Logo, demonstrou que os estudantes tornaram-se sujeitos ativos na construção de conhecimentos, possibilitando melhorias na aprendizagem.

**Palavras-chave:** Hereditariedade; Aprendizagem; Primeira Lei de Mendel.

### Abstract

The aim of this paper was to analyse the application of sewing buttons as didactic representations in the teaching and learning of genetic concepts in the 9th grade of elementary school. Data were collected through researchers' observations and two tests. The pre-test to check the knowledge of students obtained in classes, theorists and dialogues with the help of textbooks. The posttest in the content evaluation by the students with the methodological proposal. The results shown as didactic representations have been effective as students develop skills to understand the basic concepts that involve heredity and establish mathematical reasoning about Mendel's first law. The use of buttons as didactic representations of genetic concepts allowed to work the concepts and applications of alleles, phenotype, genotype and monohybridism in a more “physical” and palpable way. Thus, it demonstrated that students became active subjects in the construction of knowledge, enabling improvements in learning.

**Keywords:** Heredity; Learning; Mendel's First Law.

## Introdução

O estudo da hereditariedade, transmissão de características ao longo das gerações, é contemplado pela Genética, área da Biologia que investiga a herança biológica dos seres vivos (Snustad & Simmons, 2013). As ideias sobre hereditariedade são perceptíveis no senso comum, pois são notáveis as semelhanças entre os indivíduos de uma mesma família (Baiotto, Sepel & Loreto, 2016). Apesar disso, a genética desenvolveu-se apenas a partir do século XIX, através dos experimentos e observações do cruzamento de plantas ervilhas de cheiro (*Pisum sativa*) realizadas por Gregor Mendel (Brandão & Ferreira, 2009; Snustad & Simmons, 2013).

Mendel, com seus experimentos, apresentou evidências que as características genéticas são herdadas com fatores que se segregam de forma independente, que mais tarde recebem o nome de genes (Snustad & Simmons, 2013; Baiotto, Sepel & Loreto, 2016). A partir da análise dos cruzamentos realizados entre as ervilhas descobriu-se que a hereditariedade segue regras definidas, tornando possível Mendel postular suas explicações (Snustad & Simmons, 2013).

Com o desenvolvimento dos estudos nas áreas de Biologia Molecular, houve no século XX um crescimento em pesquisas na área da Genética, demonstrando que os resultados de Mendel são aplicáveis também em outros organismos (Baiotto, Sepel & Loreto, 2016). Ao longo das décadas, o Mendelismo, conjunto de regras básicas da hereditariedade, oportunizou a seleção de plantas e animais domésticos por meio da triagem de características genéticas específicas para atender determinadas necessidades econômicas e sociais, bem como contribuir para estudos sobre evolução e biodiversidade.

As aplicações genéticas no cotidiano também estão inseridas nos diagnósticos para doenças e produção de fármacos, a partir do Projeto Genoma Humano (Snustad & Simmons, 2013; Campos, Menezes & Araújo, 2018). O conhecimento genético, então, apresenta implicações diretas no desenvolvimento científico e tecnológico das indústrias, agropecuária e nas ciências da saúde, colocando em questão discussões éticas.

Nesse sentido, o ensino da Genética na Educação Básica torna-se de fundamental para que os alunos possam perceber e compreender que os conceitos genéticos estão relacionados ao cotidiano, o que implica no entendimento do papel social da ciência e tecnologia na sociedade. Por isso, diversos autores, ver, por exemplo, Fabrício et al. (2006), Temp (2011), Cirne (2013), Moura et al. (2013), Sousa et al. (2016) e Campos, Menezes & Araújo (2018) afirmam que o ensino de Genética desempenha papel importante na alfabetização científica dos alunos.

Contudo, os conteúdos de genética são considerados temas difíceis de ensinar e aprender em decorrência de sua linguagem técnica, nível de abstração e raciocínios matemáticos. Por conta disso, o estudo de Genética costuma ser visto pelos alunos como uma verbosidade de conclusões e memorização de conceitos, regras e fórmulas estatísticas. Por consequência, Barni (2010) afirma que muitos alunos não encontram um sentido, desejo ou necessidade de aprender Genética.

Assim, o ensino de Genética torna-se desafiador, uma vez que seus conceitos devem ser entendidos de forma relacionada e, muitas vezes, os alunos apenas memorizam as definições e exemplos, dificultando as suas contextualizações, compreensões e aplicações (Temp, 2011). Cid & Neto (2005) sugerem também que as expressões

matemáticas são uma das principais causas que dificultam o ensino e aprendizagem de Genética, pois há uma desordem por parte dos alunos sobre os símbolos de alelos utilizados pelos professores e livros didáticos. Dentre essas dificuldades, aprender Genética exige dos alunos apropriações de conhecimentos pertencentes a outras áreas da Biologia, como por exemplo, Citogenética e Biologia Molecular, bem como um entendimento básico de Probabilidade e Estatística (Fabrício et al., 2006, Cirne, 2013; Moura et al., 2013; Barni, 2010; Temp, 2011; Sousa et al., 2016).

Paralelamente às situações destacadas, as abordagens metodológicas utilizadas pelos professores não contribuem para uma aprendizagem significativa de Genética (Temp, 2011; Sousa et al., 2016). De modo geral, a prática docente é centralizada apenas em aulas teóricas e expositivas com auxílio de recursos audiovisuais, o que contribui, ainda mais, para passividade dos alunos durante os processos de ensino e aprendizagem (Barni, 2010; Temp, 2011; Rocha, 2013; Weingärtner, 2014; Sousa et al., 2016).

Nesse caso, ocorre uma ausência da exploração de estratégias metodológicas alternativas no ensino de Genética, como as atividades práticas, definidas por Andrade & Massabni (2011) como tarefas educativas que exigem dos alunos a experiência direta com o fenômeno estudado. O professor, nesse sentido, deve buscar atividades que provoquem uma experimentação física por parte dos alunos para que os estudantes desenvolvam uma capacidade de abstrair informações do objeto ou fenômeno abordado, por meio de confirmações dos conhecimentos apresentados nas aulas expositivas ou pela aquisição de novas informações que as experiências propiciam (Andrade & Massabni, 2011). Com base nisso, aulas práticas têm a capacidade de unir motivação, cognição e interação na aprendizagem dos alunos (Labarce; Caldeira & Bortolozzi, 2009).

Porém, as escolas apresentam fatores limitantes para efetivar atividades práticas no ensino de Genética, que, de acordo com Andrade & Massabni (2011) e Temp (2011) correspondem a falta de materiais e instalações laboratoriais. No entanto, é possível contornar essas dificuldades com criatividade e execução de atividades que requerem materiais, de baixo custo e fácil obtenção, que podem tornar o ambiente e conteúdos agradáveis e favoráveis na construção de conhecimentos pelos alunos (Rocha, 2013; Sousa et al., 2016).

Pode-se observar isso em diversos estudos, como Setúval & Bejarano (2009), Temp (2011), Rocha (2013), Weingärtner (2014), Mascarenhas et al., (2016) e Campos, Menezes & Araújo (2018), que apontam as eficiências de atividades práticas, como por exemplo, tecnologias da informação, modelos e jogos didáticos, na aprendizagem de conceitos genéticos por parte dos alunos. Com isso, o uso de objetos que simbolizam didaticamente processos biológicos podem estimular e desenvolver nos alunos a capacidade de perceber e interpretar os conhecimentos científicos, tornando-os ativos no processo de ensino e aprendizagem.

No Brasil, o ensino de Genética é abordado, comumente, no 3º ano do Ensino Médio, por conta disso, há poucos estudos centralizados em propor e analisar atividades práticas para superar e prevenir as dificuldades que cercam à aprendizagem em Genética no Ensino Fundamental (Cirne, 2013). Assim sendo, o estudo justifica-se pela ausência de pesquisas científicas que investigam a realização de propostas metodológicas no ensino e aprendizagem de Genética a nível fundamental da Educação Básica.

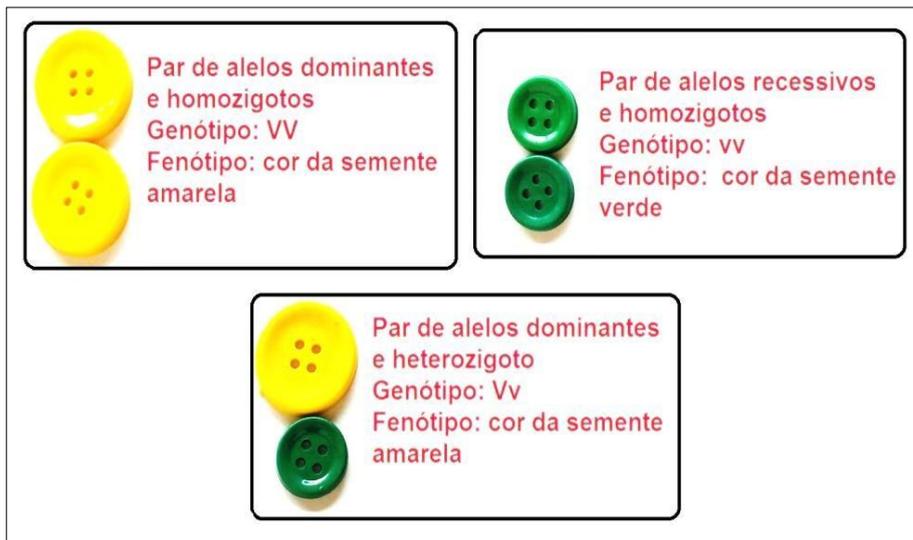
Desse modo, trata-se de um artigo que relata a experiência da aplicação de uma metodologia para o ensino dos conceitos básicos de Genética de forma correlacionada. O objetivo do trabalho foi verificar a validação da utilização de representações didáticas,

elaboradas com botões de costuras na aprendizagem dos alunos. Assim, discutir a importância de desenvolver estratégias didáticas que contribuam na construção de conhecimentos sobre aspectos fundamentais da hereditariedade e 1º lei de Mendel por parte dos alunos.

## **Metodologia**

A pesquisa foi de natureza básica de caráter qualitativo e descritivo (Marconi & Lakatos, 2011; Lüdke & André, 2013). Foi desenvolvida em uma turma de 30 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Luiz Miguel Budaruiche, localizada na zona urbana do município de Timon, MA. Um dos pesquisadores trabalhou, temporariamente, nas séries finais do Ensino Fundamental na escola no ano de 2018 e deparou-se com a dificuldade na prática pedagógica sobre conceitos de genética, sobretudo, em razão da linguagem científica, abstração do conteúdo e noções básicas de probabilidade. Na busca de superar essas inquietações buscou-se o desenvolvimento de atividades práticas, de baixo custo, uma vez que a escola também não dispõe de um laboratório de ciências e havia a necessidade de tornar os alunos sujeitos mais ativos em sua aprendizagem.

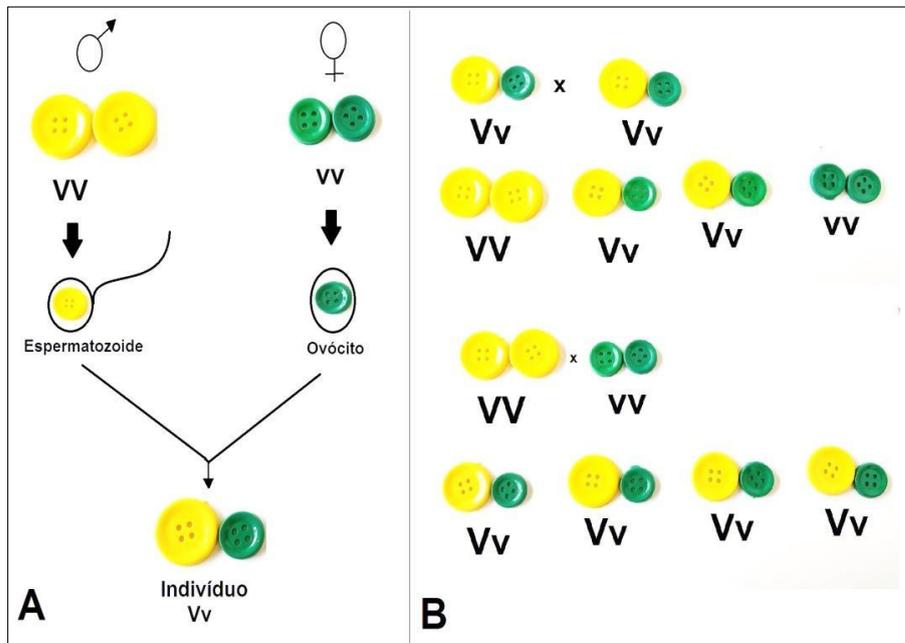
Então, uma alternativa viável para instrumentalizar e tornar os conceitos de alelos, genótipo, fenótipo, cruzamentos e probabilidades “físicos” e representativos foram as utilizações de botões como representações didáticas dos alelos. As representações didáticas caracterizam-se como um instrumento que permite uma representação simples de uma ideia ou evento biológico como objeto de estudo (Dusso et al., 2013). Nesse sentido, as finalidades da utilização das representações didáticas foram para oportunizar uma melhor visualização e compreensão dos conceitos básicos de genética e suas aplicações. (Figura 1).



**Figura 1:** Representações e significados dos botões.  
**Fonte:** Os autores.

Cada botão corresponde a um alelo, os amarelos são dominantes e os verdes recessivos, representados na genética, por exemplo, com as letras V e v, respectivamente. A diferença de tamanho entre ambos foi proposital com o objetivo de tornar clara a representação de um alelo dominante e recessivo. A utilização do fenótipo para a cor das sementes serem amarelas ou verdes foi para contextualizar com os experimentos com plantas de ervilhas de cheiro (*Pisum sativa*) que Gregor Mendel realizou em suas pesquisas sobre hereditariedade, bem como para uma melhor compressão de sua primeira lei e permitir tratar de aspectos da história da ciência (Brandão & Ferreira, 2009; Baiotto, Sepel & Loreto, 2016).

As elaborações das representações didáticas ocorreram pelos próprios alunos organizados em duplas em sala de aula. Seguindo as orientações propostas pelo professor cada dupla de alunos recebeu dentro de um saco de papel 30 botões divididos igualmente entre amarelos e verdes. Os estudantes foram orientados a retirar do saco de papel, aleatoriamente, dois pares de botões para realizar a segregação dos gametas (Figura 2A). Com isso, perceber que as combinações entre os genes alelos ocorrem de forma aleatória, apresentando somente um fator relativo a uma característica. As demonstrações foram esclarecedoras e serviram para representar o monohibridismo da primeira lei de Mendel (Figura 2B).



**Figura 2:** Representações didáticas da segregação dos gametas (A) e Cruzamentos com monoibridismo (B).

**Fonte:** Os autores.

As duplas elaboraram suas representações, de maneira autônoma, enfatizando as respostas dos testes e construindo representações de indivíduos heterocigotos, homocigotos, dominantes, recessivos, 1º lei de Mendel e cruzamentos genéticos com suas possíveis situações. Os alunos também indicaram os percentuais das proporções fenotípicas e genotípicas de cruzamento com monoibridismo.

Assim, a proposta metodológica foi aplicada com base nos três momentos pedagógicos para uma significação conceitual, definidas por Gehlen, Maldaner & Delizoicov (2012):

- a) Problematização inicial: etapa diagnóstica através de um primeiro teste para averiguar os conhecimentos dos discentes sobre o tema, após as aulas teóricas e expositivas.
- b) Organização dos conhecimentos: aulas (50 minutos) teóricas e dialogadas dos conteúdos conceituais.
- c) Aplicação do conhecimento: realização da intervenção didática por meio da aplicação de um segundo teste para avaliação da compreensão dos conteúdos pelos estudantes.

O desempenho dos discentes no primeiro e segundo teste nas fases da problematização inicial e aplicação do conhecimento, respectivamente, serviram de parâmetro para comparar os resultados da intervenção metodológica na aprendizagem dos alunos. O primeiro teste avaliou os conhecimentos dos alunos após as aulas expositivas e dialogadas e a segunda com a utilização das representações didáticas com botões.

Os testes aplicados foram iguais e continham perguntas dissertativas e cálculos básicos probabilísticos. As questões foram sobre: (1) hereditariedade; (2) alelos dominantes e recessivos; (3) indivíduos com alelos homocigotos e heterocigotos; (4) fenótipo e genótipo; (5) 1º lei de Mendel; (6) cruzamentos básicos de monoibridismo (análise de um único par de alelos). As perguntas de um a cinco eram discursivas,

enquanto que as demais foram para determinar a proporção fenotípica e genotípica do resultado de cruzamentos genéticos. As respostas dos testes foram categorizadas em certas e erradas.

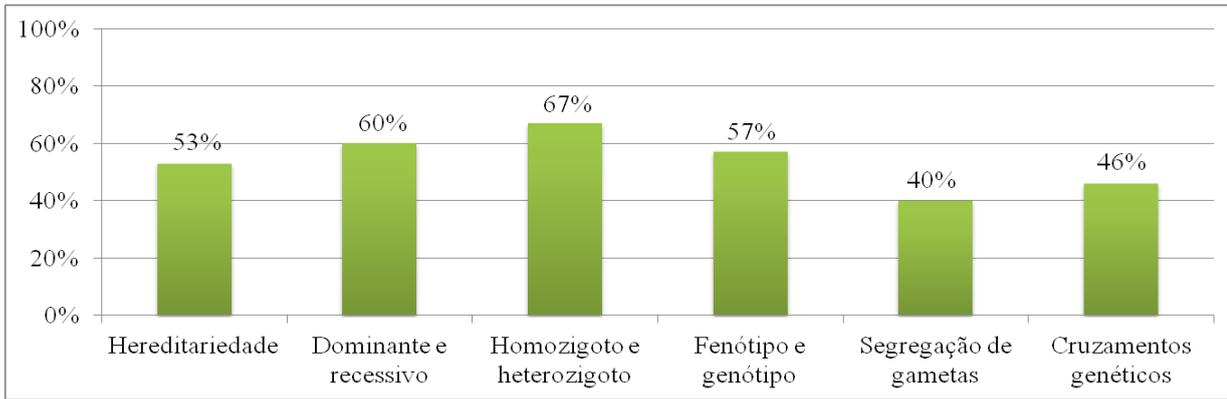
A organização dos conhecimentos foi desenvolvida em três aulas discursivas e dialogadas com a apresentação dos conteúdos conceituais, utilizando leituras de textos com debates e discussões, do livro didático, estudo dirigido e da aplicação do teste. Na quarta aula, segundo momento, a atividade constitui-se da produção das representações didáticas da primeira lei de Mendel e de cruzamentos genéticos de monohibridismo com auxílio dos botões para responder novamente o teste.

## Resultados e Discussão

No início foram propostas três aulas com os alunos, nas quais abordou-se os conteúdos conceituais básicos acerca da Genética por meio da leitura dialogada de textos presentes no livro didático utilizado pela escola, dos autores Passo & Sillos (2015). Na ocasião, o texto titulado “Explorando a hereditariedade” foi lido em grupo pelos estudantes e professor com intervalos entre os parágrafos para discussões do exposto, como por exemplo, a importância e contribuições da genética para o campo social. A intenção desta atividade foi buscar motivação e interesse dos alunos para aprender genética, bem como seus subunçores sobre o tema. Nesse sentido, aulas expositivas, conforme Gehlen, Maldaner & Delizoicov (2012), são uma etapa conceitual cuja finalidade é abordar o conhecimento científico à tona de problemas presentes nas vivências dos alunos. Em vista disso, é importante que os estudantes sejam desafiados a expor seus entendimentos acerca das situações vinculadas ao tema.

Os conteúdos conceituais foram discutidos, exemplificados e contextualizados para os alunos. Em sua maioria, os discentes se mostraram interessados a respeito dos assuntos abordados, mas com poucos questionamentos. Para Moura et al., (2013) e Sousa et al., (2016) isso é resultado dos conhecimentos básicos de Genética despertarem a atenção dos alunos quando vistos pela primeira vez. Com as observações do *feedback* no decorrer das aulas, foi percebido uma dificuldade em utilizar a linguagem técnica de Genética, devido à ausência desses conceitos no cotidiano dos alunos. Assim, inicialmente há certa dificuldade em compreender esses termos (Cid & Neto, 2005; Cirne, 2013; Moura et al., 2013; Sousa et al., 2016).

Após as aplicações dos estudos dirigidos e suas correções, foram aplicados os testes para avaliações dos conhecimentos dos alunos através das aulas expositivas e dialogadas. Os resultados relativos a respeito dos acertos dos estudantes estão sumarizados na Figura 3.



**Figura 3:** Dados sobre as respostas corretas obtidas no teste sem a utilização das representações didáticas.  
**Fonte:** Os autores.

Para o entendimento sobre a definição do termo hereditariedade, a maioria dos alunos (53%) demonstrou possuir concepções corretas sobre o fenômeno biológico, mesmo não sabendo especificar seus conceitos com o uso de uma linguagem e termos científicos. Embora ocorra essa dificuldade em expor seus conhecimentos de acordo com aspectos científicos, os estudantes conseguem compreender alguma ideia sobre a hereditariedade, uma vez que há uma percepção da existência de características hereditárias entre indivíduos de uma mesma família (Cirne, 2013; Baiotto; Sepel & Loreto, 2016; Sousa et al., 2016).

Em relação aos conceitos sobre indivíduos dominantes e recessivos e homocigotos e heterocigotos, os discentes apresentaram respostas com compreensões corretas, respectivamente 60% e 57%. No entanto, os alunos não correlacionaram essas definições com alelos, verificou-se que a maioria respondia utilizando somente o significado das palavras e associando com as letras que representam didaticamente os alelos.

A ausência de uma compreensão desses conceitos de maneira aplicável e interconectada afeta a aprendizagem sobre Genética, uma vez que um conceito mal compreendido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aluno ao responder um problema (Cid & Neto, 2005; Temp, 2011; Weingärtner, 2014). Sobre o genótipo e fenótipo com suas interações com ambiente, percebe-se que 57% dos alunos acertam seus conceitos, porém nas respostas dos alunos havia ausência da compreensão e dificuldades das interações entre ambas as definições e suas aplicações. Assim, apesar das definições coerentes, as respostas não foram suficientes para esclarecer que o fenótipo pode ser alterado pelas ações do meio ambiente, mas não o genótipo.

Em uma pesquisa realizada por aluno do ensino médio, Temp (2011) encontrou que os discentes apresentavam os conceitos de fenótipo e genótipo equivocados, sendo que a maioria errava uma definição e acertava a outra. Para a autora, isso ocorre devido a uma concepção por parte dos alunos que aprender é memorizar os conteúdos. Cid & Neto (2005) também destacam que os alunos apresentam dificuldades em compreender e diferenciar as relações entre os termos genéticos.

Os resultados dos percentuais obtidos no grupo de questões (1ª lei de Mendel + cruzamentos genéticos de monohibridismo) mostraram que as aulas teóricas não foram tão eficientes para a compreensão e aprendizagem da separação de gametas e determinação das proporções fenotípicas e genotípicas de cruzamentos genéticos. Fabrício et al. (2006) afirmam que, a maioria dos alunos concebem a primeira lei de Mendel e cruzamentos genéticos apenas como combinações aleatórias de genes, representados por letras

maiúsculas e minúsculas, uma vez que não conseguem associar genes com o monoibridismo.

Além disso, os alunos entendem que os símbolos de letras VV ou vv são simples representações da segregação de genes na meiose e formação de gametas. Por isso, os alunos costumam entender a primeira de lei Mendel e cruzamentos genéticos de forma superficial e descontextualizada (Durbano et al., 2008). Com isso, os estudantes não conseguem perceber que esses processos são os responsáveis pela transmissão de informações genéticas passadas de geração para geração.

São nessas questões de combinação de alelos e cálculos de probabilidade que se exige a compreensão dos conceitos básicos de genética de forma contextualizada e conectada para suas aplicabilidades. Como a maioria dos alunos não demonstrou capacidade de estabelecer a natureza e correlações dos conceitos genéticos para sua aplicação nos processos de hereditariedade acredita-se que houve, de modo geral, uma aprendizagem não significativa.

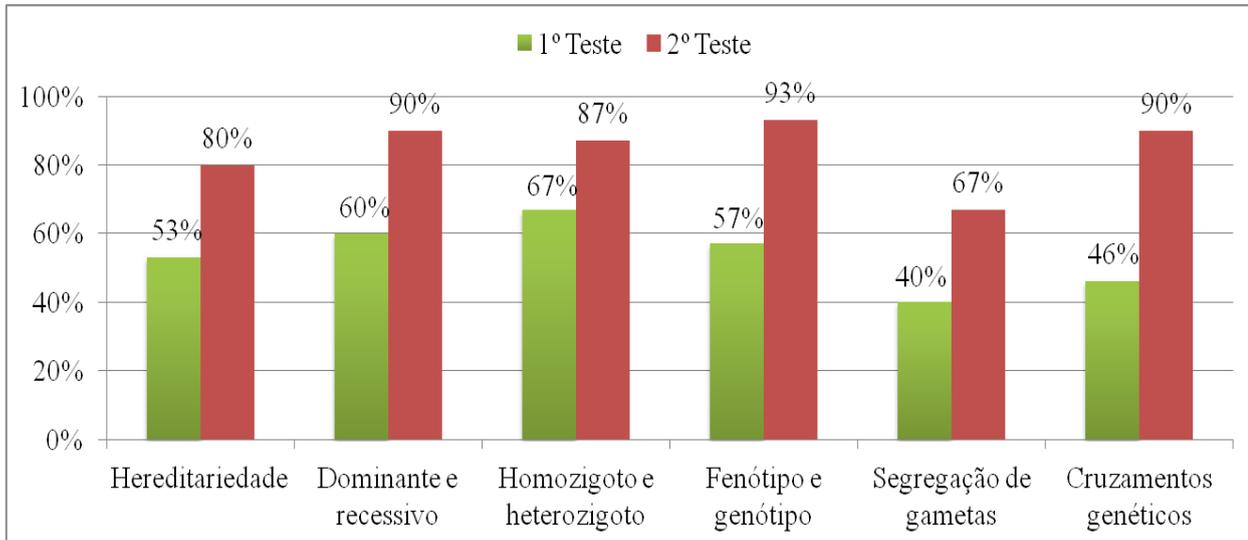
Nesse caso, os percentuais de acerto das questões que abordaram os conceitos genéticos são frutos de uma aprendizagem mecânica, puramente memorística, que, segundo Moreira (2012) predomina uma valorização da memória e repetição de conceitos nos alunos para responder provas e testes. De modo igual, Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2011), afirmam que um trabalho didático-pedagógico com esses fundamentos relaciona a apropriação de conhecimentos de forma mecânica das informações, caracterizando e favorecendo o ensino de ciências como um produto inquestionável. Assim, reforça no entendimento dos alunos um distanciamento da ciência com as atividades e fenômenos cotidianos.

As aulas de Genética que estão centralizadas exclusivamente na verbalização do professor, na qual a maior preocupação é mostrar as possíveis combinações de genes (representados pelas letras) e cálculos de probabilidade não produzem tantos efeitos para uma aprendizagem significativa (Fabrício et al., 2007; Durbano et al., 2008; Barni, 2010; Temp, 2011; Cirne, 2013; Moura et al., 2013; Rocha, 2013; Weingärtner, 2014; Mascarenhas et al., 2016). Com este fato, se torna importante uma preocupação para que os alunos compreendam as correlações dos conceitos básicos genéticos às quais estão sendo expostos. Assim, os professores devem valorizar e buscar metodologias didáticas alternativas para o ensino de Genética.

Quanto ao uso dos botões como representações didáticas pelos alunos, foram notadas discussões entre os estudantes sobre os conceitos de alelos dominantes, recessivos, homocigotos e heterocigotos, fenótipo e genótipo para responder o pós-teste. Através dessa interação social, os processos colaborativos dos alunos para reformular as definições dos conceitos genéticos evidenciando uma aprendizagem cooperativa entre os estudantes dentro de uma perspectiva histórico-cultural de Vygotsky. Assim, traduzir o que um sujeito pode realizar sozinho e o que ele pode fazer com auxílio de um indivíduo com mais conhecimento (Davis & Oliveira, 2010).

Foi observado também um entusiasmo em realizar a prática com os botões para resolver os questionamentos do exame. O que condiz com Andrade & Massabni (2011) ao argumentarem que atividades práticas contribuem para o desenvolvimento do interesse dos alunos e aprendizagem em ciências quando estão envolvidos com questões problematizadoras e investigadoras. De fato, os resultados dos testes aplicados juntamente com as representações didáticas deixaram evidente a óptica construtiva da prática.

Os estudantes ao realizarem suas elaborações e discussões puderam visualizar e compreender as relações existentes entre os conceitos básicos que cercam a transmissão de informações genéticas. Desse modo, verificou-se, que com a utilização das representações didáticas proposta ocorreu o aumento de acertos nas questões do segundo teste, aplicado com o auxílio dos botões (Figura 4).



**Figura 4:** Dados sobre as respostas corretas no primeiro teste e no segundo teste.

**Fonte:** Os autores.

O aumento do índice de respostas corretas para todas as questões permitiu aos alunos perceberem o processo biológico da hereditariedade, considerado de difícil abstração pelos estudantes, como apontam os estudos de Cid & Neto (2005), Fabrício et al. (2006), Durbano et al. (2008), Barni (2010), Cirne (2013), Moura et al. (2013), Mascarenhas et al. (2016) e Sousa et al. (2016). A partir da representação didática proposta, se tornou possível verificar que os estudantes apresentaram maiores suficiências para esclarecer os conceitos de alelos dominantes, recessivos, heterozigotos e homozigotos. As explicações provêm da visualização e percepção desses conceitos através do uso dos botões para construir as representações didáticas. Nesse sentido, os estudantes deixaram apenas de serem receptores de informações teóricas dos assuntos ministrados.

O desenvolvimento de atividades práticas exerce funções de que o aluno é o próprio construtor do conhecimento (Andrade & Massabni, 2011). Cabe ao professor, nesse momento, ser auxiliador nesse processo. Assim, as representações didáticas não ficaram limitadas em exemplificar os mecanismos de hereditariedade, mas contribuíram para o envolvimento dos alunos na prática, os tornando ativos nos processos de ensino e aprendizagem.

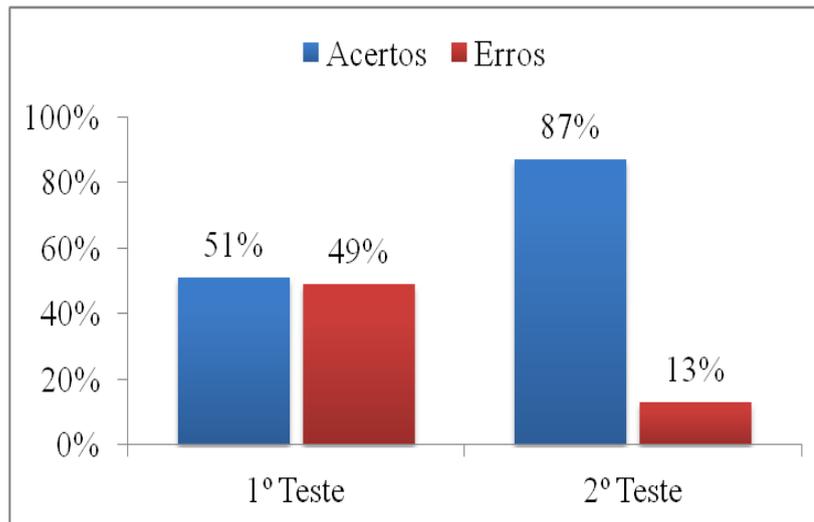
Evidenciou-se que, pela construção das representações de alelos com base nos botões os alunos perceberam que o genótipo corresponde ao material genético, e que este não sofre alterações com mudanças no meio ambiente, diferente do fenótipo representado pelas cores amarelas e verdes dos botões. Assim, o uso de representações permite aos alunos compreender as relações entre os conceitos de forma diferente e articulada (Temp, 2011). Para Setúval & Bejarano (2009), isso decorre em razão das representações didáticas proporcionarem o surgimento da imagem e do imaginário dos processos

biológicos ao estabelecer abordagens com os conteúdos conceituais através de analogias. Para os autores, ocorre uma construção simbólica a qual há uma evolução dos conceitos abstratos aos práticos. Nesse sentido, as representações didáticas desempenham um papel construtor na aprendizagem dos alunos a medida em que torna os conteúdos mais palpáveis e físicos na elaboração dos conhecimentos nas estruturas cognitivas dos alunos.

A compreensão dos conceitos básicos interrelacionadas ficou evidente no conjunto de questões da primeira lei de Mendel e cruzamentos genéticos. Neste caso, o percentual de alunos que obtiveram sucesso ao responder questões acerca da segregação de gametas e proporções fenotípicas e genotípicas de cruzamento com monoidrismo subiu de 40% para 67% e de 46% para 90%, respectivamente. Esses resultados demonstram que a utilização dos botões como representações didáticas permitiu contextualizar de forma mais prática as ideias de Mendel. Brandão & Ferreira (2009) entendem que isso é importante para compreender os conceitos básicos da genética e do raciocínio mendeliano sobre os mecanismos da hereditariedade, bem como para o contato inicial de uma abordagem quantitativa da Biologia. Assim, os alunos ao apresentarem uma maior capacidade de aplicar as regras de probabilidade em associação com o conhecimento básico dos conceitos de genética possuem maiores compreensões para montar e interpretar genealogias (Temp, 2011). Isso é de fundamental importância para o entendimento da genética em nível mais detalhado, como é visto no Ensino Médio (Barni, 2010).

Acrescenta-se, que por meio da prática proposta foi possível perceber que foi estabelecido entre os alunos a assimilação dos conceitos básicos da Genética abordados durante as aulas com as representações didáticas construídas. Logo, é possível afirmar que a utilização dos botões promoveu a reconstrução dos conceitos anteriores, a partir das interpretações que a prática exigia (Andrade & Masabni, 2011).

Ao final do uso das representações foram perceptíveis as mudanças conceituais e autonomia dos alunos em reconhecer e interpretar os conceitos de Genética unidos para realizar os mecanismos de hereditariedade. Na perspectiva sócio-histórica, a autonomia dos estudantes traduz o conceito da Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) de Vigotski, ou seja, são o nível de aprendizagem e desenvolvimento em que o indivíduo já é capaz de realizar atividades de forma independente (Davis & Oliveira, 2010). De fato, isso é verificado quando se compara os resultados dos pré-teste e pós-teste, pois houve melhorias na compreensão dos assuntos abordados com o uso das representações didáticas. Como se pode observar na Figura 5, dentre as 300 respostas avaliadas (30 alunos responderam 10 perguntas), resultaram em 152 acertos (51%) no primeiro teste para 260 (87%) acertos no segundo teste.



**Figura 5:** Dados sobre as respostas corretas e erradas no primeiro teste e no segundo teste.  
**Fonte:** Os autores.

O aumento no número de acertos traduz como os conteúdos foram mais bem assimilados pelos alunos quando utilizado as representações didáticas. Tratou-se, desse modo, de um processo de reconstrução dos conceitos de genética com a atividade prática. É nesse processo de (re)modificação de conhecimentos, a partir de seus conceitos iniciais, que os alunos entendem os conteúdos conceituais de forma significativa (Carvalho & Gil-Pérez, 2011). Sendo assim, ao caracterizar a mudança e significação conceitual dos alunos, Gehlen, Maldaner & Delizoicov (2012) destacam que os estudantes passam a incorporar as situações problematizadas com uma compreensão científica.

Nesse contexto, percebe-se o papel do aluno na construção do conhecimento e as vantagens de atividades práticas que valorizam uma participação ativa dos estudantes na resolução de problemas ao possibilitar que eles testem hipóteses e realizem argumentações sobre o conhecimento científico (Labarce; Caldeira & Bortolozzi, 2009; Andrade & Masabni, 2011). Além disso, a utilização das representações didáticas pressupõe o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, conforme Pozo & Crespo (2000).

Assim sendo, os alunos desenvolveram habilidades cognitivas para visualizar e compreender os conteúdos conceituais básicos de genética, enquanto que os procedimentais são apresentados pela capacidade dos estudantes em estabelecer raciocínios científicos e aplicar regras de probabilidade para resolver problemas sobre a primeira lei de Mendel. Por fim, os atitudinais foram verificados a partir da percepção na prática e o do papel social da genética por parte dos alunos. Por esses motivos, há indicativos da participação dos estudantes na construção de seus conhecimentos e na obtenção de conceitos científicos de maneira significativa (Pozo & Crespo, 2009).

Pode-se observar que o simples uso de uma metodologia alternativa para o ensino da genética foi, portanto, eficaz para ampliar a capacidade de aprendizagem dos alunos dos conceitos básicos que exigem uma maior capacidade de imaginação e abstração, promovendo a participação e integração dos estudantes nas aulas. Além dessas vantagens, o uso dos botões foi eficaz para os estudantes visualizarem os processos de hereditariedade, que ocorrem a nível microscópico, de maneira macroscópica. Nestes termos, as atividades práticas no ensino de biologia devem promover abordagens que desenvolvam habilidades cognitivas e aprendizagem para os estudantes.

## Considerações finais

Os pressupostos teóricos e metodológicos de aulas expositivas e dialogadas não foram suficientes para estabelecer compreensões dos conteúdos da genética correlacionados. Esse fato resulta na dificuldade dos estudantes em resolver problemas sobre os mecanismos de hereditariedade. Assim, quando os alunos estão na condição de meros receptores de informações científicas há uma valorização de uma aprendizagem mecânica, predominando o uso da memorização, fragmentação e isolamento dos conteúdos conceituais e suas aplicabilidades.

Com o estudo foi possível perceber que o uso das representações didáticas com os botões de costura de forma problematizadora promoveu uma melhor aprendizagem sobre Genética, em especial nos conceitos que envolvem cruzamentos com monohibridismo (1º lei de Mendel). Por conseguinte, os desenvolvimentos de habilidades para a resolução de problemas e raciocínio mendeliano traduzem as participações dos alunos na construção de sua aprendizagem.

Considerando a natureza do material utilizado, ao possibilitar a construção das representações didáticas pelos alunos, se evidencia que os recursos alternativos foram capazes de proporcionar uma melhor aprendizagem nos alunos. Então, podem ser considerados materiais potencialmente significativos. Além disso, permitiu ampliar e correlacionar os conceitos da Genética e suas aplicações na transmissão de informações genéticas. Desta forma, torna-se necessário que os professores oportunizem abordagens de ensino que promovam a participação efetiva dos alunos na construção de conhecimento, por meio de atividades práticas.

## Referências

- Andrade, M. L. F. & Massabni, V. G. (2011). O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 17(4), 835-854. Acesso em 10 ago., 2019, <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a05v17n4.pdf>
- Baiotto, C. R.; Sepel, L. M. N.; Loreto, E. L. S. (2016). Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha. *Genética na Escola*, 11(2), 286-293. Acesso em 05 ago., 2019. <https://www.geneticanaescola.com.br/volume-11-n-2-sup>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições.
- Barni, G. S. (2010). *A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, SC.
- Brandão, G. O. & Ferreira, L. B. M. (2009). O ensino de genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*, 4, 43-63. Acesso em 05 ago., 2019, <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-02.html>
- Campos, R.; Vieira, M. C.; Araújo, M. (2018). Ensinar genética e evolução por meio de jogos didáticos: superando concepções alternativas de professores de ciências em formação. *Genética na Escola*, 3(1), 24-37. Acesso em 07 ago., 2019,

<https://www.geneticaescola.com.br/copia-volume-12-n-2>

Carlini, A. L. (2013). Procedimentos de ensino: escolher e decidir. In: Scarpato, M. *Os procedimentos de ensino fazem a aula acontecer*. (2. ed., Cap. 1, pp. 93-106). São Paulo: Avercamp,

Carvalho, A. M. P & Gil-Pérez, D. (2012). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez.

Cid, M. & Neto, A. J. (2005). Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1-5. Acesso em 06 ago., 2019, <https://core.ac.uk/download/pdf/13303062.pdf>

Cirne, A. D. P. P. (2013). *Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental*. (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Davis, C. & Oliveira, Z. M. R. (2010). *Psicologia na educação*. 3. ed. São Paulo: Cortez.

Delizoicov, D.; Angotti, J. A. & Pernambuco, M. M. (2011). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo; Cortez.

Durbano, J. P. M.; Padilha, I. Q. M.; Rêgo, T. G.; Rodrigues, P. A. L.; Laureano, M. & Araújo, D. A. M. (2008). *Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa-PB sobre temas emergentes em biotecnologia*. In: LIV Congresso Brasileiro de Genética, Salvador. Atas...Salvador: SBG.

Dusso, L.; Clement, L; Pereira, P. B. & Filho Alves, J. P. (2013). Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, 15(2), 29-443. Acesso em 02 set., 2019, <http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00029.pdf>

Fabrcio, M. F. L.; Jófili, Z. M. S.; Semen, L. S. M. & Leão, A. M. A. C. (2006). A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(1), 12-55. Acesso em 12 ago., 2019, <http://www.scielo.br/pdf/epec/v8n1/1983-2117-epec-8-01-00083.pdf>

Gehlen, S. T.; Maldaner, O. A. & Delizoicov, D. (2012). Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, 18(1), 1-22. Acesso em 05 ago., 2019, <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n1/01.pdf>

Labarce, E. C.; Caldeira, A. M. A. & Bortolozzi, J. (2009). A atividade prática no ensino de biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação. In: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). *Ensino de Ciências e Matemática II: temas sobre a formação de conceitos*. (pp. 93-106). São Paulo: Cultura Acadêmica,

Lüdke M. & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. São Paulo: EPU.

Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2011). *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Altas.

Mascarenhas, M. J. O.; Silva, V. C.; Martins, P. R. P.; Fraga, E. C. & Barros, M. C. (2016). Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. *Pesquisa em Foco*, 21(2), 05-34. Acesso em 08 ago., 2019, [http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/view/1216](http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/1216)

Moreira, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Acesso em 01 ago., 2019, <file:///C:/Users/Convidado/Downloads/2031-Texto%20do%20artigo-5501-1-10-20190812.pdf>

Moura, J.; Deus, M. S. M.; Gonçalves, N. M. N. & Peron, A. P.(2013). Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 34(2), 167-174. Acesso em 15 ago., 2019, <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398>

Pozo, J. I.; Crespo, M. A. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do desenvolvimento cotidiano ao conhecimento científico*. Naila Freitas [tradução]. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Rocha, L. S. (2013). *Estratégias metodológicas para ensinar genética no ensino fundamental*. (Monografia de Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR.

Setúval, F. A. R. & Bejarano, N. R. R. (2009). *Os modelos didáticos com conteúdos de genética e sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciência e biologia*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis: 2009. Anais... Florianópolis: ABECS.

Snustad, D. P; Simmons, M. J. (2013). *Fundamentos da Genética*. Cláudia Lúcia Caetano de Araújo [tradução]. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Sousa, E. S.; Junior Nunes, F. H.; Cavalcante, C. A. M. & Holanda, D. A. S. (2016). A Genética em sala de aula: uma análise das percepções e metodologias empregadas por professores das escolas públicas estaduais de Jaguaribe, Ceará. *Conex. Ci. e Tecnol*, 10(4), 16 - 24. Acesso em 17 ago., 2019, <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1106>

Temp, D. S. (2011). *Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia*. (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

Weingärtner, G. F. (2014). *Objetos virtuais de aprendizagem metodológica no ensino de genética no ensino médio*. (Dissertação de Mestrando). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.