

IMPACTOS DO USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE GENÉTICA EM COLÉGIOS DE ENSINO MÉDIO

IMPACTS OF THE USE OF LOW COST EXPERIMENTS IN TEACHING GENETICS IN HIGH SCHOOL COLLEGES

Santana, E. B^{1*} [emanuelsantana@hotmail.com]

Fernandes, S. S² [schellsf@hotmail.com]

Souza, C. R. T. de³ [claudiarts1@gmail.com]

^{1, 2, 3} Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Ciências Exatas e da Terra - DCET, Avenida Juracy Magalhães, SN. CEP: 48040170, BR. 101. Alagoinhas, Bahia.

RESUMO

A genética passou a ser uma ciência conhecida por muitas pessoas. As informações obtidas da mídia passaram a despertar interesse dos estudantes pela disciplina. Este trabalho analisou os impactos causados pela utilização de experimentos de baixo custo na aquisição de conhecimentos em genética por estudantes de dois colégios de ensino médio. Para isso, as respostas dos estudantes a questionários foram tomadas e registradas, antes e após as atividades. Os experimentos abordaram os temas de dominância, princípio mendeliano em genética humana e herança quantitativa. Os estudantes mostraram maior conhecimento em genética após a utilização das práticas. A experimentação trouxe mudança na dinâmica das aulas e interesse dos estudantes pelos temas de genética. Os materiais utilizados nas práticas foram alternativas aos reagentes específicos utilizados em genética.

PALAVRAS-CHAVE: Genética; Ensino de Biologia; Práticas Educacionais; Parceria Universidade x Escola.

ABSTRACT

Genetics has become a science known to many people. Information obtained from the media began to arouse students' interest in the subject. This work analyzed the impacts caused by the use of low cost experiments in the acquisition of knowledge in genetics by students from two secondary schools. With this purpose, students' responses to questionnaires were taken and registered before and after the activities. The experiments addressed the themes of dominance, Mendelian principle in human genetics and quantitative inheritance. The students demonstrated greater knowledge about genetics after the use of the practices. The experimentation brought about a change in the classes dynamics and the students' interest in genetics increased. The materials used in the practices were alternatives to the specific reagents used in genetics laboratories.

KEYWORDS: *Genetics; Teaching of Biology; Educational Practices; Partnership University x School.*

INTRODUÇÃO

A genética é uma área das ciências biológicas que estuda a forma como as características dos organismos vivos, sejam estas morfológicas, fisiológicas, bioquímicas ou condutoras, se transmitem, se geram e se expressam, de uma geração a outra, sob diferentes condições ambientais. Também, é a ciência que se ocupa do estudo da estrutura e função dos genes nos diferentes tipos de organismo, assim como também do comportamento dos genes em nível de populações (PIERCE, 2012).

A genética é a disciplina unificadora das ciências biológicas, já que seus princípios gerais aplicam-se a todos os seres vivos. Em todas as áreas da biologia se recorre aos conceitos que governam a herança, quando se trata de explicar a variabilidade que existe na natureza, assim como também quando o homem transforma a natureza para seu próprio benefício. A melhoria das plantas e dos animais, a compreensão da patologia humana e a produção de medicamentos por meio da biotecnologia, são apenas alguns exemplos.

O desenvolvimento de novos métodos para a investigação genética nos últimos anos transformou esta disciplina no centro da biologia e da medicina mais particularmente. Como exemplo se pode afirmar que o estudo dos princípios genéticos básicos e suas aplicações no diagnóstico são de suma importância em todas as profissões que tem relação com a saúde (Snustad e Simmons, 2012). Além da relevância teórica para as ciências biológicas, os princípios da genética têm importantes aplicações práticas, sejam na produção de vegetais, alimentos como produtos industriais ou farmacêuticos, e na saúde humana e a produção animal.

As informações sobre genética, obtidas pela mídia, passaram a despertar interesse de estudantes, que recebem, muitas vezes, informações sensacionalistas ou com foco mais científico. Em sala de aula, os temas em genética são pouco compreendidos pelos estudantes, quando são abordados. Os conteúdos de genética, incluindo os aspectos relacionados à herança, ao material genético, a dinâmica de transmissão, interações e alterações - são reconhecidos como um dos mais importantes no contexto da biologia escolar, assim como um dos mais problemáticos, do ponto de vista dos estudantes (GOLDBACH, 2008). Wortmann (2002) mostrou que tanto esses temas gerais quanto temas mais específicos – como o DNA – são muito mal compreendidos pelos estudantes. Estes devem, portanto, compreender os conceitos básicos da genética para começarem a analisar e discutir conscientemente.

O ensino de genética tem sido apontado como uma necessidade na formação de jovens conscientes e capazes de tomar decisões em relação à sua própria vida, contribuindo também para a compreensão de diferenças individuais. Porém, muitas vezes, esse ensino é excessivamente livresco, sem evidenciar que a genética é uma ciência presente no dia a dia, que envolve questões éticas sobre o emprego da tecnologia originária deste conhecimento. A aprendizagem da genética é complexa, pois envolve uma rede de conceitos que o estudante precisa consolidar para construir significativamente seus conhecimentos. Um conceito mal conhecido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aprendiz na tarefa de resolver um problema. É necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de genética, partindo das suas idéias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico (SILVEIRA, 2008). Uma aprendizagem só é possível se for imbuída do desejo (consciente ou inconsciente) e se houver um envolvimento daquele que aprende. O professor não produz o saber no aluno, ele realiza uma aula ou a aplicação de um dispositivo de aprendizagem para que o próprio aluno faça o que é essencial, o trabalho intelectual (CHARLOT, 2005).

Nas ciências biológicas, a genética é uma área que tem, cada vez mais, modificado a escala do seu objeto de estudo (WORTMANN, 2002), sendo necessário utilizar preparações laboratoriais para tentar compreender, nos organismos, aspectos que anteriormente eram buscados na natureza, tal como esta se apresentava. A importância dada à experimentação no Brasil vem da década de 1970, quando se adotaram, aqui projetos norte-americanos que traziam em seu bojo a idéia de que a experimentação estaria na origem da elaboração do conhecimento científico (OLIVEIRA, 2000). É notório que as abordagens realizadas nas aulas práticas permitem que haja discussões das informações transmitidas na aula teórica, reforçando o aprendizado e possibilitando, inclusive, o questionamento do que foi ensinado (CUNHA e MARTINS, 2017).

Krasilchik (2008), ao analisar as modalidades didáticas existentes como formas de se vivenciar o método científico - aulas expositivas, demonstrações, excursões, discussões, aulas práticas e projetos – defende as duas últimas como as mais adequadas. Entre as principais funções das aulas práticas, a autora cita: despertar e manter o interesse dos alunos; envolver os estudantes em investigações científicas; desenvolver a capacidade de resolver problemas; compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades. Ao se considerar tais funções, constatamos que as aulas práticas são fundamentais para melhorar o aprendizado do aluno, pois, através delas, se tem a oportunidade de vivenciar algo real e novo. Para tal, conta-se com o livro como fonte de embasamento teórico, o que se torna fundamental para a sua realização.

No contexto financeiro atual das instituições públicas de ensino, as práticas laboratoriais de genética são muitas vezes não realizadas devido a falta de materiais específicos, ou por serem muitos caros ou pela ausência de políticas públicas de educação que venham a providir os colégios de equipamentos e reagentes para este fim. Nesse trabalho, buscou-se analisar os impactos da experimentação de baixo custo, na possibilidade de aquisição de conhecimentos em genética por estudantes de dois colégios de ensino médio. Na análise, buscou-se também observar se houve ou não alteração na dinâmica das aulas e no interesse pelos temas relacionados à genética.

METODOLOGIA

Caracterização dos Colégios

Os colégios analisados na pesquisa, foram: Luís Navarro de Brito, que possui quatro turmas de terceiro ano, com média de 25 alunos por turma e faixa etária entre 16 e 21 anos, e o Modelo Luís Eduardo Magalhães, com quatro turmas de terceiro ano no matutino, e três no vespertino, com em média 30 alunos por turma e faixa etária entre 16 e 20 anos. Na estrutura física, o Colégio Modelo possui um laboratório, com equipamentos próprios pra realização de aulas práticas em biologia, já danificados pelo ambiente e sem nunca terem sido usados. No Colégio Navarro de Brito, a estrutura foi bem inferior, não possuindo um ambiente apropriado para realizar aulas práticas. Também, não dispunha de equipamentos específicos para aulas em laboratório.

Análise dos comentários dos estudantes antes e após aplicação das práticas

Os instrumentos de coleta de dados gerados durante a pesquisa foram dois questionários, gravações das entrevistas e as observações da pesquisadora. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo, de acordo com as indicações de Gomes (2004) e trabalhos de Jan e Leite (2010) e Morais e Santos (2016). Desta forma, houve, primeiramente, uma fase de pré-

exploração do material, tomando-se contato com os documentos a serem analisados e conhecendo-se o contexto, deixando-se fluir impressões e orientações. Posteriormente, foi realizada a seleção das unidades de análise, escolhendo-se frases das entrevistas. Por fim, foi realizado o processo de categorização, situado como apriorístico. A validação dos dados foi realizada pelos pesquisadores.

Os questionários utilizados foram baseados no instrumento proposto por Santos (2009). O questionário da pré-atividade objetivou conhecer os saberes dos estudantes em genética antes dos experimentos e após as aulas expositivas dos professores dos colégios. O segundo buscou verificar os resultados do uso da experimentação na aquisição de conhecimentos sobre a disciplina. Os questionários tiveram também a finalidade de, através da autoavaliação do estudante, inferir: o nível de motivação com a disciplina de Biologia, com ênfase em genética, antes e após a atividade experimental; se a sequência didática, usando metodologia e teorias diferentes, contribuiu para a melhoria da aquisição de conhecimentos. As conversações pré e pós-atividades foram registradas em áudio, captado com o auxílio de um Smartphone Samsung Win2. A análise identificou o conhecimento dos estudantes sobre os temas relacionados à genética e estabeleceu as características do ambiente de aprendizagem.

Experimentação de baixo custo em Genética

Os materiais utilizados nas aulas práticas (Tab.1) foram adquiridos em livrarias e na comunidade, com pessoas que cederam objetos em desuso, como caixas para sapatos e roupas. A balança para pesagem e a trena utilizados no experimento sobre herança quantitativa foram cedidas por particulares.

Tabela 1. Práticas e materiais respectivos utilizados.

Prática	Materiais usados
Dominância (prática das cores)	Tintas guache vermelha e branca, água, óleo de cozinha, leite integral, duas colheres (sobremesa), 2 copos de vidro, 6 garrafas tipo pet pequenas vazias, cola, 6 rótulos com sequências de aminoácidos diferentes escritas, 3 vasilhas plásticas transparentes, funil.
Análise de Heredogramas	Caixas, tesoura para corte de papel, cola, etiquetas adesivas, hidrocores, pincéis atômicos, guache, pincéis, papel para cobrir as caixas, régua, lápis, copo ou objeto adequado para fazer círculos de papel (compasso), papelão, cartolinas pretas e brancas.
Herança Quantitativa	Balança para pesagem de pessoas, fita métrica ou trena, papel, caneta e lápis.

Os estudantes tiveram explicações sobre os temas a serem abordados nas práticas, os materiais a serem utilizados e os procedimentos após as conversações. As práticas abordaram os assuntos de dominância completa, incompleta e codominância; análise de heredogramas e herança quantitativa (Figs. 1, 2, 3 e 4), sendo cada assunto tratado em aula específica.

Os experimentos, utilizando materiais de baixo custo, foram realizados com a participação e supervisão do pesquisador, dos professores e estudantes das salas respectivas, no período de dois meses. A escolha dos temas das aulas práticas foi baseada nos conteúdos que já tinham sido aplicados ou estavam sendo desenvolvidos em sala de aula pelas docentes da disciplina nos colégios. Antes do início cada atividade, averiguou-se o conhecimento prévio dos estudantes sobre o assunto a ser abordado, para posterior comparação com o nível de conhecimento após a realização das experimentações. Posteriormente às conversações sobre genética, foi reservado um período de quinze minutos para discussão, tirar dúvidas e responder os questionamentos outros que os discentes porventura ainda tivessem.

A prática que explora o tema dominância, denominada *prática das cores*, foi criada por Lopes et al. (2013), no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. A prática trabalhou com os conceitos e exemplos de dominância completa, incompleta e codominância. Os estudantes participantes foram escolhidos e os materiais a serem utilizados na prática foram separados. Posteriormente, foram colocadas três colheres de tinta guache vermelha num copo de vidro. Adicionou-se metade do copo com água e misturou-se bem. O mesmo foi feito com a tinta guache branca, só que com 1/2 colher de sobremesa. As garrafas *pet* foram rotuladas com os papéis com sequências de aminoácidos. As soluções nas garrafas foram vertidas com a ajuda de um funil e observados os resultados. Colocou-se, depois, cuidadosamente e misturadas, as soluções em vasilhas plásticas transparentes para observação e anotação dos resultados.

Para a observação da dominância incompleta, foi colocada uma colher com tinta guache vermelha num copo de vidro. Posteriormente, adicionou-se metade do copo com água e misturou-se bem. O mesmo foi feito com a tinta guache branca, colocando-se uma colher com tinta. As garrafas *pet* foram rotuladas com os papéis com sequências de aminoácidos. Verteu-se, com a ajuda de um funil, as soluções nas garrafas e observou-se. Foram, depois, colocadas cuidadosamente e misturadas, as soluções em vasilhas plásticas transparentes. Os resultados foram anotados após a observação.

Na prática de codominância, foi colocado óleo de cozinha até a metade em copo de vidro, fazendo-se o mesmo com leite integral em outro copo. Os conteúdos nas garrafas *pet* foram vertidos com a ajuda de um funil. Posteriormente, as soluções foram colocadas cuidadosamente em vasilhas plásticas transparentes e misturadas. Os resultados foram anotados após a observação.

A prática de estudo de heredogramas procurou trabalhar conceitos de padrão de herança e heredopatias com os estudantes. Tratou-se da montagem de um jogo de encaixe de peças com símbolos de heredogramas, e foi construído e montado por estudantes universitários. As cores comumente usadas nos símbolos, preto e branco, não foram levadas em consideração na montagem, procurando-se apenas a diferenciação com duas cores ao acaso. Como procedimento, os estudantes participantes foram escolhidos e os materiais a serem utilizados na prática foram separados. Posteriormente, foram usadas caixas de papelão para recortar quadrados e círculos, tomando como base um padrão de herança, a quantidade de gerações e o número de indivíduos a serem representados. Depois, foram montados os cubos e cilindros com tamanhos relacionados aos pontos de encaixe. Os cubos foram pintados com cores diferentes, respeitando o padrão de herança escolhido. Na caixa, retas horizontais e verticais foram construídas, ligando as figuras típicas dos heredogramas, círculos e quadrados, para

sinalizar o parentesco entre os indivíduos e relacionar as gerações. Depois, os cubos ou cilindros foram etiquetados na superfície principal, e os genótipos respectivos foram escritos nas etiquetas, para que fossem escolhidos os cubos ou cilindros relacionados ao padrão de herança escolhido. Os cubos e cilindros foram encaixados nos espaços recortados nas caixas pelos alunos, de acordo com o padrão de herança selecionado.

A prática de herança quantitativa trabalhou os conceitos e temas relacionados com esse tipo de herança em humanos. Como procedimento, os estudantes participantes foram escolhidos e os materiais a serem utilizados na prática foram separados. Posteriormente, os alunos foram pesados e medidos. Para altura, foi tomado 1,55m como indivíduo totalmente recessivo, e 1,90m para homocigoto dominante. Para peso, foi utilizado 80Kg como homocigoto dominante e 50Kg, como totalmente recessivo. Posteriormente, as medidas de peso e altura dos estudantes foram relacionadas com as medidas tomadas como parâmetro, situando e determinando o genótipo respectivo. O valor de contribuição dos alelos em gramas ou centímetros foi arbitrário, porém único para todos. O número de alelos para a característica dependeu da quantidade de participantes, para que cada um tivesse um genótipo diferente. Tomou-se o cuidado de não utilizar o termo *recessivo* de forma pejorativa.

O valor total, contextualizado, dos materiais utilizados nas práticas foram, respectivamente, para dominância, jogo com heredogramas e herança quantitativa: R\$ 28,00; R\$ 12,00 e R\$ 6,00. A descrição dos objetivos gerais e dos procedimentos das práticas, e o questionário aplicado, foram expostos e colocados em anexo.



Figura 1. Experimentação com o tema dominância no colégio L. N. de Brito. Fotos - Ferreira (2016).



Figura 2. Experimentação para o tema dominância no colégio Modelo. Fotos- Duarte (2016).



Figura 3. Construção, montagem e apresentação de um dos jogos, para estudo de genética humana, por estudantes universitários. Trata-se de um jogo de encaixe. Fotos - Fernandes (2016).



Figura 4. Experimentação sobre genealogia, com estudantes do colégio Modelo. Fotos - Ferreira (2016).

RESULTADOS

Análise dos comentários dos estudantes antes e após a realização das práticas

As três respostas a cada questão, mais citadas nos questionários, estão nas tabelas 1 e 2. Na entrevista e nos questionários, os estudantes indicaram que não havia aulas práticas de genética, mesmo no colégio Modelo, onde havia um laboratório. Foi comentado também que as aulas eram totalmente baseadas na utilização do livro didático. Houve pouco entendimento dos temas relacionados a genética antes das práticas e de como os temas de genética estavam ligados ao cotidiano. Os estudantes responderam sobre as questões lançadas pelo pesquisador de forma incompleta ou errônea. Após a realização das práticas, pelas entrevistas, pode-se constatar que os estudantes ampliaram os conhecimentos sobre os temas em genética. Nas respostas as questões no período de pós-atividade, os estudantes expuseram em geral que as aulas práticas, sobretudo com a aplicação do jogo de encaixe nos heredogramas, foi positiva para o entendimento dos conteúdos da disciplina e melhorou a dinâmica das aulas.

Tabela 2. Questões e respostas dos estudantes sobre as aulas de genética no período de pré-atividade experimental.

	Questões	Respostas
1	Como você avalia o aprendizado em Genética?	Mais ou menos Não satisfaz Bom
2	Esta aula aumenta o seu conhecimento?	Sim. Aprendemos alguma coisa Aumenta
3	Qual a importância da genética em relação às questões do seu cotidiano?	Ajuda a entender alguma coisa Não muito Não tem grande importância

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE GENÉTICA...

4	Você conseguiria aplicar algum conceito da Genética para ajudar na sua qualidade de vida?	Não Talvez Penso que sim
5	As aulas de Genética que você assiste possuem alguma demonstração prática? Com que frequência?	Não há Não Não houve
6	No seu ponto de vista, qual a importância do uso do livro no aprendizado de Genética?	Ajuda a conhecer as coisas Os exercícios ajudam a entender Ajuda, mas falta alguma coisa
7	No seu ponto de vista, qual a importância de demonstrações experimentais no aprendizado de Genética?	Não sei. Nunca tivemos. Seria um complemento à aula Sempre é bom para ajudar
8	Há uso de jogos didáticos nas aulas de Genética?	Não
9	Que pontos positivos e negativos teria o uso de um jogo numa aula de Genética?	Poderíamos aprender brincando Dá trabalho pra fazer É bom para entender o assunto

Tabela 3. Questões e respostas dos estudantes sobre as aulas de genética no período de pós-atividade experimental.

	Questões	Respostas
1	Como você avalia o aprendizado em Genética nesta aula?	Bom Foi divertido Interessante
2	A aula prática aumenta de alguma forma o seu conhecimento?	Sim, pois aprendemos brincando Sim, aumenta Sim, pois é diferente
3	Você vê alguma importância do tema da aula no seu cotidiano?	Sim A gente aprende sobre os parentes Bom pra entender da cor da pele
4	Os conceitos estudados nesta aula poderiam ser aplicados para melhorar sua qualidade de vida?	Sim. Evita discriminação A gente se aceita melhor
5	Você achou que o seu aprendizado dos conceitos da aula melhorou com esta demonstração prática?	Melhorou Mais ou menos Melhorou, porque aprende divertindo
6	Qual a importância das aulas feitas com demonstrações experimentais e conceitos teóricos no modelo que foi esta, no aprendizado de Genética?	Diverte Passa a aula mais rápido Completa o conteúdo
7	Demonstrações experimentais podem auxiliar no aprendizado dos conceitos de Genética?	Sim, porque é difícil entender Sim Sim, porque diverte
8	Qual a contribuição do jogo de encaixe para sua compreensão sobre heredogramas nesta aula?	Não fica só colocando letras Aprende divertindo Torna a aula melhor
9	Que pontos positivos e negativos sobre o jogo com heredogramas podem ser apontados para o uso nesta aula?	Ajuda a entender o assunto Pode ser usado em qualquer lugar Melhora o aprendizado

Experimentação nas salas de aula

Os estudantes ficaram surpreendidos com o desenvolvimento de aulas práticas na sala. Alguns alunos apresentaram dificuldades no entendimento do conteúdo envolvido nas atividades, nos dois colégios, mesmo com uma explicação inicial dos temas. Essa característica refletiu as respostas e argumentações equivocadas sobre as perguntas feitas pelo pesquisador previamente às práticas. Posteriormente, com a maior adesão às atividades, os estudantes conseguiram fazer relações com o que já tinham observado nas aulas teóricas. No decorrer da aula, os estudantes levantaram questionamentos sobre o que é mostrado na mídia sobre genética e de como podem perceber exemplos no cotidiano.

Os estudantes mostraram interesse nas atividades práticas, participando ativamente. Ao término de cada experimento, foi reservado um momento para tirar dúvidas e responder aos questionamentos feitos pelos discentes, embora muitas vezes a prática fosse interrompida brevemente para esclarecer algum ponto que não tinham entendido. Houve respostas positivas dos professores de Biologia e dos alunos quanto ao desenvolvimento das aulas práticas em genética. Os professores indicaram que iriam adotar os experimentos em aulas futuras.

DISCUSSÃO

Uma estrutura física deficiente em espaços e instrumentalização apropriadas ao ensino de Biologia foi detectada na pesquisa, revelando falta de projetos e desenvolvimento de políticas públicas para Educação, principalmente no colégio Luiz Navarro de Brito. A falta de cuidados com o patrimônio público e o descompromisso com a atividade foram exemplificados na falta de zelo com os equipamentos, encontrados fora de funcionamento por danos ambientais ou por nunca terem sido utilizados, como observado no colégio Modelo. Uma boa estrutura física e pedagógica é parte essencial para o sucesso no processo ensino-aprendizagem (FALA et al., 2010).

Antes do desenvolvimento das práticas, tomou-se sempre o cuidado de averiguar o conhecimento prévio do estudante porque, a partir desses dados, o pesquisador poderia promover situações de aprendizagem que acarretaram a reflexão e situações que valorizaram e/ou incrementaram o contrato didático. O conhecimento poderia, assim, ser construído de um modo mais simples para outro mais complexo, usando palavras que os estudantes possuíam no vocabulário para traduzi-las em termos científicos, ligando, assim, o velho conhecimento ao novo, proposta também aplicada por Silva (2005) e Fala et al. (2010). Os conceitos nascem no cotidiano, são apropriados pelo meio científico e tornam-se científicos ao romperem com esse cotidiano, com esse senso comum (FRANCELIN, 2004).

O ensino de Biologia nos colégios analisados estava baseado na lógica da transmissão de informações mediada pelo livro didático, gerando uma relação de dependência tanto por parte do docente, como também dos estudantes. Isso indicou falta de alternativas e ferramentas que poderiam ser incorporadas durante as aulas, para possibilitar aprendizagem mais completa dos conteúdos, como a experimentação científica. Os estudantes tiveram dificuldades em contextualizar os temas abordados em sala de aula e a experimentação revelou-se bom dispositivo para a aprendizagem em genética. O pouco espaço disponibilizado para discussão dos temas em genética, assim como a relação da ciência com os contextos históricos, econômicos, culturais, éticos, sociais, políticos e tecnológicos, exemplifica a falta de fatores que poderiam melhorar a conexão do que é ensinado com a realidade social que pode fazer parte daqueles que aprendem. Semelhante ao indicado por Scheid et al. (2005), sugere-se analisar os contextos para possibilitar ao estudante a percepção do ambiente que o cerca,

adquirindo informações preciosas que podem torná-lo um ser crítico e atuante na discussão e estabelecimento do momento social presente, não só em relação aos temas relacionados à genética.

As aulas práticas com materiais de baixo custo e alternativos, possibilitaram apresentar aos estudantes o conteúdo em genética de forma lúdica, tecnológica e científica, superando os obstáculos da falta de materiais de ponta e caros, geralmente utilizados nas atividades de genética, e a ausência de espaços específicos ao desenvolvimento de experimentos em biologia. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Jann e Leite (2010), após aplicação do jogo de DNA num colégio de Ensino Médio. As atividades práticas que envolvem o lúdico podem ser estimulantes ao aluno e facilitar a aprendizagem (DENTILLO, 2009). As aulas práticas podem ajudar no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos. Além disso, as aulas práticas servem de estratégia e podem auxiliar o professor a retomar um assunto já abordado, construindo com seus alunos uma nova visão sobre um mesmo tema. Quando compreende um conteúdo trabalhado em sala de aula, o estudante amplia sua reflexão sobre os fenômenos que acontecem à sua volta e isso pode gerar, conseqüentemente, discussões durante as aulas fazendo com que os alunos, além de exporem suas ideias, aprendam a respeitar as opiniões de seus colegas de sala.

A participação intensa dos estudantes nas atividades indicou que a experimentação teve boa aceitação pelo público das instituições de ensino e revelou ser a experimentação um dispositivo importante a ser utilizado no processo ensino-aprendizagem. Essa atividade, portanto, poderia se tornar constante em sala de aula junto a outras técnicas de ensino, para que houvesse melhor aprendizado. Como já citado, a prática em genética na sala de aula dos colégios analisados foi uma atividade inédita para os estudantes.

Na prática de heredograma, foi apresentado um jogo de encaixe de cubos e cilindros que se constitui, nas mais variadas formas de montagem, um modelo didático. A análise do modelo didático está centrada nos limites e nas possibilidades para a sua aplicação na prática escolar, como indicado por Justina e Ferla (2006). O ponto positivo do uso do modelo didático é a facilitação da compreensão e da aprendizagem do processo biológico em questão, e os pontos limitantes estão associados à forma de aplicação. Estes aspectos, baseados na análise do modelo, foram confirmados como adequados através da aplicação no âmbito escolar. Assim, o modelo didático, jogo com heredograma, constituiu-se não apenas como possível dispositivo didático para o exercício profissional em sala de aula, mas também como um subsídio de interferência reflexiva sobre as atuais demandas para o ensino de ciências e biologia. Esses pontos são importantes para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem baseado na utilização de modelos didáticos, de acordo com Setúval e Bejarano (2009).

Os modelos didáticos de transmissão hereditária foram feitos por estudantes de graduação, indicando possibilidade de parceria entre Universidade e instituições públicas de ensino básico. Essa é uma sugestão também colocada por Bonzanini (2011), de que é preciso estabelecer parcerias entre Universidade e Escola, para que professores da Educação Básica tenham acesso ao conhecimento, tanto específico como pedagógico. Isso se daria principalmente através das discussões sobre materiais elaborados, recomendações da pesquisa acadêmica e leituras sugeridas, sobre o ensino de temas recentes da Genética, além de ser uma oportunidade para integração entre pesquisa e ensino e promover trocas e parceria. Um aprofundamento das relações entre os professores do ensino básico e as instituições encarregadas pela sua formação, as Universidades, que deveriam realizar atividades de aperfeiçoamento sobre temas de sua especialidade: planos curriculares, investigação didática e avaliação deve ser estabelecido. As Instituições de Ensino Superior poderiam colaborar com

atividades de formação desenvolvidas nas escolas, oferecendo programas de apoio, ou na concepção e desenvolvimento de projetos de investigação avaliativa sobre o impacto real das atividades de formação. Tardif (2003) coloca que o pesquisador poderia acompanhar o professor, apoiando-o em seus processos de formação ou autoformação. Todas as instâncias devem ser consideradas a fim de garantir a qualidade da formação continuada, cabendo à Universidade ser provedora de um sistema de recursos a serviço dos projetos das escolas. Um simples, mas eficaz instrumento de trabalho, como um jogo de encaixe para ensino de heredogramas, transformou uma sala num ambiente dinâmico e prazeroso de aquisição de conhecimentos. Vários dispositivos, observados os contextos, devem ser utilizados no intuito da melhoria das relações entre professor e estudante, visando alcançar o melhor nível de aprendizagem possível. A experiência de jogar pode proporcionar ao sujeito um devir cognitivo e trazer possibilidades de aprendizagens nos mais variados aspectos. Experiência é uma etapa natural da vida em que situação e sujeito atuante são modificados constituindo um processo de construções e desconstruções permanentes (SOUZA et al., 2013; SOUZA et al., 2014).

As respostas dos estudantes na pré-atividade evidenciaram que muitos apresentavam pouco conhecimento sobre os assuntos. Na prática com heredograma houve erros e dúvidas no encaixe, embora muitos soubessem o que significavam os símbolos. Isso denotou memorização sem compreensão. Muitas vezes, por isso, os estudantes solicitaram auxílio do pesquisador. Na análise dos estudantes na pós-atividade e os comentários feitos pelos mesmos, o jogo serviu para uma melhor compreensão dos heredogramas, o que pode ser observado na seguinte declaração: "*Com o jogo entendemos melhor as características dos padrões de herança*". Com o manuseio das peças, os alunos usam e aplicam os conceitos e regras que aprenderam na aula expositiva, o que auxiliou na compreensão dos padrões de herança, a simbologia envolvida e as relações de parentesco. Houve falas de estudantes sobre as práticas que resultaram nos seguintes comentários:

E1: "*[...] ajudou a ter uma base de conhecimento sobre o os genes relacionados com as doenças genéticas*";

E2: "*Exemplificou de uma maneira mais fácil de entender*";

E3: "*Facilitou bastante entender com mais clareza os assuntos*";

E4: "*Através da visualização, entender se tornou mais fácil*".

Durante as atividades experimentais, os alunos mostraram-se muito motivados por realizar alguma etapa prática ou trabalhar com os reagentes. Isso decorre do fato de que o simples manuseio das peças ou materiais envolvidos na atividade constitui uma forma de interação do aluno com o objeto de conhecimento, o que se torna uma ação prazerosa para o estudante. A execução de jogos ou qualquer atividade em aulas práticas repassa para o aluno a responsabilidade na construção do resultado, e para que seja uma atividade bem sucedida requer algumas atitudes e comportamentos que, embora não ideal, podem ser dispensados em uma aula expositiva (JANN E LEITE, 2010). Pode-se verificar que a função educativa foi logo atingida ao observar o clima de cooperação entre os estudantes e o pesquisador. Observou-se que os alunos aprimoraram seus conhecimentos sobre a heredogramas, dominância e herança quantitativa e melhoraram sua visão a respeito dos assuntos e dos temas relacionados à genética. Isso comprovou que a metodologia adotada foi eficiente no processo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa detectou a utilização do livro didático como único recurso didático utilizado no ensino de genética e a inexistência de aulas práticas nos colégios analisados. Muitos estudantes não conseguiram responder corretamente sobre assuntos e temas de genética antes da realização das aulas práticas, revelando a importância dos experimentos científicos e dos modelos didáticos na ilustração dos assuntos abordados em sala e a limitação do uso apenas do livro didático como recurso de ensino. A dinâmica das aulas foi melhorada, ficando evidente com a participação intensa, os comentários e os posicionamentos dos estudantes durante as atividades. Através dos experimentos, os estudantes ampliaram os conhecimentos sobre os conteúdos em genética. Algumas barreiras que dificultam o acesso de estudantes ao conhecimento em genética e outras disciplinas, como a falta de espaço físico adequado e de equipamentos específicos, foram superadas com a utilização de experimentação científica alternativa e uso de materiais de baixo custo. Sugere-se uma parceria entre Universidades e Colégios, para possibilitar a disponibilização de outros recursos didáticos aos professores.

AGRADECIMENTOS: Esse estudo teve suporte da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus II, Alagoinhas, Bahia. Agradecemos às Direções dos Colégios Luiz Navarro de Brito - CLNB e Luís Eduardo Magalhães - CLEM por permitirem a realização da pesquisa em suas dependências. Agradecemos as Professoras de Biologia dos Colégios CLNB e CLEM por incluírem as práticas como atividades durante as aulas. Agradecemos ao Núcleo de Pesquisa – NUPE, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB.

REFERÊNCIAS

- BOZANINI, T.K. **Temas de genética contemporânea e o ensino de ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?** UNEP, 2011. Retirado de www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf.
- CAMPOS, C.J.G. Método de Análise de Conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Rev. Bras. Enferm.**, Brasília (DF). Set/out. 57(5):611-4, 2004.
- CHARLOT, B. **Relação com o saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje.** Porto Alegre: Artmed, 2005.
- CUNHA, E.S; MARTINS, D.S. Proposta de atividade prática na aula de ciências: análise do tempo de decomposição de resíduos de solo. **Rev. Ciências & Ideias.**V8.N1, 2017.
- DENTILLO. D.B. Divisão Celular: Representação com massa de modelar. **Genética na Escola**, 2009. Disponível em: www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/praticas/mitose_massinha.pdf. Acesso em abril de 2017.
- DRIVER, R. Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias.** Barcelona, 1998.
- FALA, A.M.; CORREIA, E.M.; PEREIRA, H.D.M. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciência e Cognição.** Vol 15 (1); 137-154, 2010. Disponível em: www.cienciasecognicao.org.
- FRANCELIN, M.M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ci. Inf.**, Brasília, v.33, n. 3, p. 26-34, 2004.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A. G. A. Produção científica e saberes escolares na área de ensino de Genética: Olhares e Tendências. In: **VII Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias**, Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/36294.doc>. Acesso em abril 2017.

JANN, P.N.; LEITE, M. de F. Jogo de DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências e Cognição**. Vol. 15 (1). 282-293, 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/94794020/Jogo-do-DNA-um-instrumento-pedagogico-para-o-ensino-de-ciencias-e-biologia>. Acesso em maio 2017.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – Exemplo de representação de compactação do DNA eucariótico. **Arq. Mudi**. 10(2): 35-40, 2006. eduem.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/download/19924/10818.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2008.

LOPES, ADC; SANT´ANNA, H.P.; MACEDO, M.de C.R.; ALMEIDA, Z.B. Prática de Cores. Disciplina Laboratório de Ensino de Genética. Curso Ciências Biológicas. UFMG, 2013. Disponível em: https://youtu.be/LcCbX5f_1w8?t=2. Acesso em maio 2017.

MORAIS, V.C. da SILVA; SANTOS, A.B. Implicação do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública. **Investigações em Ensino de Ciências**. V21(1). Abr. pp. 166-181, 2106. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/243/169>.

OLIVEIRA, R.J. **A escola e o ensino de ciências**. São Leopoldo: Unisinos, 2000.

PIERCE, B.A. **Genética: Um enfoque conceitual**. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2012.

REZENDE, A. L., MOURA, J. Aprendizagem e as Tecnologias: desvelando um percurso. In: HETKOWSKI; Tânia Maria; MULLER, Daniel Nehme; AXT, Margarete (orgs). Cultura digital e espaço escolar: diálogos sobre jogos imaginários e crianças. (ISBN 9788578872410).Eduneb,Salvador:2014,(330p.).

SANTOS, A. B. **A Física no Ensino Médio: motivação e cidadania** (Relatos de Experiência) Em Extensão, 8 (1), 60-71, 2009. Recuperado de <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20381/10851>.

SCHEID, N.M.J; DELIZOICOV, D.; FERRARI, N. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação**. v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/05.pdf.

SETÚVAL, F.A.R.; BEJARANO, N.B.R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. **VII ENPEC**. Florianópolis, SC, Brasil, 2009. Disponível em: posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1751.pdf.

SILVA, A.C.R. Os conhecimentos prévios no contexto da sala de aula. **Revista Metáfora Educacional**. 2005. Retirado em 15/03/2017, no *World Wide Web*. Recuperado de <http://www.valdeci.bio.br/revista.php>.

SILVEIRA, L.F.S. **Uma contribuição para o ensino de genética**. Dissertação. Mestrado em Ciências e Matemática. Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2008.

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de Genética**. 4ª. Edição. Ed. Guanabara Koogan, 2012.

SOUZA, C. R. T. de; FILHO, E. J. D. M.; GOES, N. V. F. A.; ALVES, L. R. G. Redes Sociais e educação: mapeando possibilidades. In :RIBEIRO, José Carlos, THAIS, Miranda, SOARES, Ana Terse (orgs) Práticas interacionais em rede. (ISBN 978-85-232-1215-5). EDUFBA, Salvador. p.215-233, 2014.

SOUZA, C. R. T. de; SILVA, M. da C.; ALVES, L. R. G. (2013) In Situ: Orientações Pedagógicas. Grupo de Pesquisa Comunidades Virtuais (GPCV) Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Salvador :2013.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

WORTMANN, M.L.C. **Programações curriculares em Cursos de Ciências Biológicas: um estudo sobre as tendências epistemológicas dominantes**. Porto Alegre. UFRGS, 2002.



Revista
Ciências & Ideias