

Walter Barbosa Ferreira

Darlene Camati Persuhn

ENSINANDO GENÉTICA MENDELIANA

UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA
DIDÁTICO-INVESTIGATIVA

 Editora
UFPB



ENSINANDO GENÉTICA MENDELIANA

UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA
DIDÁTICO-INVESTIGATIVA



Reitor
Vice-Reitora
Pró-Reitor PRPG

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

VALDINEY VELOSO GOUVEIA
LIANA FILGUEIRA ALBUQUERQUE
GUILHERME ATAÍDE DIAS



Editora
UFPB
Diretor

EDITORIA UFPB

NATANAEL ANTÔNIO DOS SANTOS

Conselho editorial

Adailson Pereira de Souza (Ciências Agrárias)
Eliana Vasconcelos da Silva Esval (Linguística, Letras e Artes)
Fabiana Sena da Silva (Interdisciplinar)
Gisele Rocha Côrtes (Ciências Sociais Aplicadas)
Ilda Antonieta Salata Toscano (Ciências Exatas e da Terra)
Luana Rodrigues de Almeida (Ciências da Saúde)
Maria de Lourdes Barreto Gomes (Engenharias)
Maria Patrícia Lopes Goldfarb (Ciências Humanas)
Maria Regina Vasconcelos Barbosa (Ciências Biológicas)

Conselho científico

Maria Aurora Cuevas-Cerveró (Universidad Complutense Madrid/ES)
José Miguel de Abreu (UC/PT)
Joan Manuel Rodriguez Diaz (Universidade Técnica de Manabí/EC)
José Manuel Peixoto Caldas (USP/SP)
Letícia Palazzi Perez (Unesp/Marília/SP)
Anete Roese (PUC Minas/MG)
Rosângela Rodrigues Borges (UNIFAL/MG)
Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti (Unesp/Marília/SP)
Leilah Santiago Bufrem (UFPR/PR)
Marta Maria Leone Lima (UNEB/BA)
Lia Machado Fiuza Fialho (UECE/CE)
Valdonilson Barbosa dos Santos (UFCG/PB)

Walter Barbosa Ferreira
Darlene Camati Persuhn

ENSINANDO GENÉTICA MENDELIANA
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DIDÁTICO-INVESTIGATIVA

João Pessoa
Editora UFPB
2020

Direitos autorais 2020 – Editora UFPB

Efetuada o Depósito Legal na Biblioteca Nacional, conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À EDITORA DA UFPB

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998)

é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do autor.

Design editorial

Editora UFPB

Projeto Gráfico

Michele Holanda

Catlogação na fonte:

Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba

F383e Ferreira, Walter Barbosa
Ensinando genética mendeliana: uma abordagem na perspectiva didático-investigativa / Walter Barbosa Ferreira, Darlene Camati Persuhn. - João Pessoa: Editora UFPB, 2020.

62 p. : il.

Recurso digital (2,39 MB)

Formato: e-book

Requisito do Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-5942-025-4

1. Genética - Ensino. 2. Herança mendeliana. 3. Abordagem investigativa. 4. Didática. 5. Recursos educacionais. 6. Oficinas pedagógicas. I. Persuhn, Darlene Camati. II. Título.

UFPB/BC

CDU 575

Livro aprovado para publicação através do Edital N° 01/2020/Editora Universitária/ UFPB - Programa de Publicação de E-books.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

EDITORA UFPB

Cidade Universitária, Campus I,
Prédio da editora Universitária, s/n
João Pessoa – PB

CEP 58.051-970

<http://www.editora.ufpb.br>

E-mail: editora@ufpb.br

Fone: (83) 3216.7147



[...] “os conceitos constituem a ‘matéria prima’ tanto para a aprendizagem receptiva significativa como para a generalização das proposições significativas para a solução de problemas”. Sendo, pois, [...] “o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo”.

(Ausubel, 1978, p. 04; 1980 p. 72)



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
1. ENSINO DE GENÉTICA E MATERIAIS DIDÁTICOS	8
2. ENSINAR NA PERSPECTIVA DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA	14
3. ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	20
4. MODELO DIDÁTICO “CROMOSSOMOS RECICLADOS”	26
5. ROTEIROS DIDÁTICOS DE NATUREZA INVESTIGATIVA	33
6. OFICINAS PEDAGÓGICAS EM AÇÃO	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS.....	57
SOBRE OS AUTORES	61



APRESENTAÇÃO

Esta publicação apresenta um produto associado ao trabalho de conclusão de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO-UEPB, intitulado: Desenvolvimento de *software* de jogo educativo a partir de oficinas investigativas: uma proposta articulada e interativa para a aprendizagem de conceitos de genética clássica; que utilizou modelo de cromossomos reciclados em oficinas de natureza investigativa.

Trata-se de uma proposta didático-pedagógica para o ensino de conceitos básicos de genética mendeliana, aplicando metodologia ativa e investigativa e priorizando o protagonismo dos estudantes. Apresenta, ainda, orientação prática para confecção de modelos cromossômicos e utilização destes em oficinas de caráter investigativo, incluindo guias para o professor e os estudantes.

O modelo intitulado “Cromossomos Reciclados”, inicialmente desenvolvido por Barbosa et al. (2006), autor nesta publicação, refere-se a um recurso educativo em formato de modelo didático que ganha uma organização prática para melhor aproveitamento em sala de aula, principalmente em turmas de Ensino Médio. Seu aspecto de simples produção, confeccionado a partir de material reaproveitado, de baixo custo e que pode ser facilmente montado e reproduzido, favorece o uso na educação básica.

Para utilização sistematizada dos materiais, é apresentado um manual e duas propostas de roteiros de aprendizagem em formato de oficina. Sua organização em “kit” de materiais para montagem, compreende basicamente, tampinhas de garrafa “PET” – em cores variadas – e fios de cobre revestidos. Com o uso desse material, é possível trabalhar vários conceitos de genética clássica e divisão celular com a apropriação significativa desses conceitos.

Ao explorar os conceitos de genética, usando o modelo didático proposto, numa perspectiva didático-investigativa, pretendemos potencializar as práticas de ensino de genética na educação básica, tornando-a mais rica enquanto estratégia didática. E desse modo, promover aprendizagem, estimulando a motivação e a interatividade através de atividade orientada, perseguindo características de uma abordagem investigativa.



ENSINO DE GENÉTICA E MATERIAIS DIDÁTICOS

No contexto das aprendizagens de Biologia, o Ensino de Genética constitui um tópico de estudo fundamental, mas desafiador. O vocabulário específico, rico em termos técnicos justificam, quase sempre, as dificuldades dos estudantes na aprendizagem. Porém, trabalhar conceitos específicos é uma forma de viabilizar a compreensão de conteúdos mais complexos (THÖRNE, 2012). Um exemplo disso são os conceitos básicos de genética em que, termos como: genótipo, fenótipo, alelos dominante e recessivo, *locus*, cromossomos homólogos, cromátides irmãs, homozigoto, heterozigoto, são usados para apresentar as Leis de Mendel. Contudo, tais termos são passíveis de distorções conceituais entre estudantes e até mesmo professores.

Algumas estratégias de abordagem podem auxiliar na condução conceitual de tópicos da genética mendeliana em sala de aula. O PCN+ propõe, por exemplo, que sejam desenvolvidas atividades de simulação de cruzamentos genéticos, ocasião em que os estudantes construiriam os conceitos básicos da transmissão das características hereditárias (BRASIL, 2002).

Diante disso, os materiais didáticos assumem um papel fundamental no trabalho pedagógico. Eles funcionam como uma ferramenta que viabiliza a transposição didática que para Pernambuco (2008) pode ser distinguida em duas situações: externa e interna. Estas se caracterizam por:

- **Transposição didática externa:** materializada nos produtos representados, por exemplo, pelos livros didáticos e pelas orientações curriculares;
- **Transposição didática interna:** que configura, por exemplo, o fazer dentro da sala de aula em que os docentes transformam os conhecimentos para serem ensinados em objetos de conhecimento efetivamente ensinados.

Convém indicar que o planejamento da ação didática é um elemento fundamental no processo. Ele promove a eficácia das ações, principalmente se norteados por alguns requisitos básicos como: análise, reflexão, definição, seleção, estruturação, distribuição do tempo e maneiras de organizá-lo (HAIDT, 2011). A partir dessa perspectiva é possível definir os recursos e a forma de abordagem do conteúdo, haja vista que algumas dificuldades de ensino em genética se referem a deficiência de materiais didáticos (BORGES; SILVA; REIS, 2017), ou a falta deles.

Sendo assim, o uso de material alternativo visa minimizar os problemas de abordagem de conteúdos em Biologia. Colinvaux (1998), por exemplo, aposta na relação entre modelos consensuais e materiais alternativos para viabilizar o ensino em diferentes níveis.

Neste contexto, a ação didática torna-se mais rica, dada a natureza e adequação dos materiais didáticos.

Para Bandeira (2009), material didático pode ser definido como “produtos pedagógicos utilizados na educação e, especificamente, como o material instrucional que se elabora com finalidade didática”. Neste enquadramento estão os modelos didáticos analógicos, (também conhecidos por modelos didáticos representacionais) além de outros materiais físicos e de mídia.

Nesse contexto, as formas de abordagem e os materiais didáticos utilizados, interagem no sentido de contribuir para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados. Porém, numa intervenção didática, é importante considerar aspectos que definem meios didáticos e recursos educacionais, segundo Graells, (2000). Para o autor, há distinção conceitual entre os dois termos, que podem ser compreendidos do seguinte modo:

- **Meios didáticos:** referem-se a qualquer material produzindo com o objetivo de facilitar o processo de ensino e aprendizagem (livros, softwares, entre outros);
- **Recursos educacionais:** constitui-se de qualquer material que, em determinado contexto, seja utilizado com fins educacionais, facilitando o desenvolvimento das atividades, de maneira que ele poderá ou não ser um meio didático (são exemplos: um vídeo da internet, objetos de mídia, ou um texto informativo).

Desse modo, os recursos didáticos estão diretamente ligados às possibilidades de suporte na materialização dos conteúdos

em ações didáticas (BANDEIRA, 2009). Eles configuram-se como instrumentos facilitadores que, utilizados de forma adequada, estimulam e enriquecem o processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto, a eficiência didática depende da seleção dos materiais de ensino e a metodologia empregada (GRAELLS, 2000). Ela pode ser alcançada na medida em que os recursos possibilitarem diferentes formas de leitura e utilização.

Vejam os a partir do diagrama abaixo os princípios que favorecem a eficácia dos recursos didáticos:

Figura 1: Diagrama sobre princípios norteadores da eficácia de recursos didáticos.



Fonte: Graells (2000)

Assim, os recursos didáticos, apresentam eficácia, na medida devem estar alinhados aos objetivos que se pretende alcançar; aos

conteúdos contemplados por meio do material; ao contexto para o qual pretende-se utilizar o material didático; ou as estratégias didáticas definidas (GRAELLS, 2000). São condições que proporcionam resultados importantes na atuação docente, junto aos estudantes e frente aos conhecimentos.

Diante desse contexto, a prática de modelização constitui-se como sendo de grande relevância em educação. Ela está inserida na linha de pesquisa sobre modelos e modelagens (COLINVAUX, 1998). Sua importância está na capacidade de mediação entre o teórico e o empírico e foi usado em grandes momentos na história da genética (JUSTINA; FERLA, 2006).

Uma contribuição importante, segundo Justina e Ferla (2006), foi o modelo tridimensional da molécula de DNA apresentado por Watson e Crick em 1953, usado para demonstrar, na ocasião, uma molécula pouco compreendida. Nesse caso, toda a base teórica foi subsidiada pela representação concreta.

Duso et al. (2013) vê a modelização como uma possibilidade efetiva para o ensino-aprendizagem em Biologia. Isso se deve, certamente ao potencial em que a modelização pode transformar a ação didática em um momento dinâmico de aprendizagem. Seu caráter lúdico permite que a abordagem de conteúdos aconteça de forma a estimular, ainda mais, a motivação e o envolvimento dos estudantes.

Assim, no ensino de genética, alguns termos, embora básicos, podem ser melhor trabalhados, principalmente por carregarem certo grau de complexidade e um alto nível de abstração (MORAES, 2011). Desse modo, atividades que utilizam modelos didáticos melhoram a

assimilação dos conteúdos e a aquisição do conhecimento (SANTOS; SILVA; LIMA, 2017).

Pode-se dizer que a natureza dos materiais didáticos, bem como sua adequação ao conteúdo, proporciona assimilação prática de modo eficiente. E assim, eles auxiliam o fazer docente em situações de aprendizagem, permitindo trabalhar os campos conceituais da biologia de maneira dinâmica e na perspectiva de uma aprendizagem mais significativa.



2

ENSINAR NA PERSPECTIVA DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Instrumentalizar alguns conteúdos da Biologia e trazê-los para a vivência prática dos estudantes, não é uma tarefa simples, segundo Brasil (1999). A depender do nível de abstração, é possível que os estudantes possam apreender os conhecimentos com mais clareza, minimizando possíveis equívocos (PERNAMBUCO, 2013). Por isso, alguns conteúdos de biologia necessitam de abordagens lúdicas ou de simulação, por exemplo.

Entre as estratégias de ensino de Biologia, as de caráter investigativo são bastante pertinentes por estimular, por exemplo, a curiosidade dos estudantes.

Para Scarpa e Campos (2018), no ensino por investigação os estudantes têm a oportunidade de vivenciar eixos da Alfabetização Científica. Estes, quando presentes na rotina escolar, certamente, tendem a favorecer a apropriação de conhecimentos, mas também o prazer por aprender.

Portanto, ensinar Biologia a partir de atividades investigativas é um caminho que pode conduzir os estudantes

a uma aprendizagem de sentido. Entretanto, elas devem incluir, por recomendação, a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar sobre a resolução de problemas apresentados (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

O que define o ensino por investigação? Para ajudar a responder a essa questão devemos ter cuidado com algumas definições que, segundo Munford e Lima (2007), configuram-se como proposições equivocadas. Três delas são apresentadas, segundo as autoras:

A primeira refere-se, total ou parcialmente, à interpretação de que o ensino por investigação pode ser entendido como sinônimo de ensino por experimentação ou práticas experimentais.

Outra concepção equivocada, está no entendimento de que no ensino por investigação, as atividades se caracterizam por colocar os estudantes definindo o que devem questionar, além de todos os passos da investigação, propondo e organizando suas próprias interpretações e conclusões.

Uma terceira e, certamente a mais destacável, é a crença de que qualquer conteúdo pode ser ensinado a partir de uma abordagem investigativa. Alguns conteúdos de Biologia apresentam-se numa perspectiva mais histórica ou filosófica e por isso necessitam ser abordados através de outras estratégias metodológicas.

Assim, dependendo do contexto e do conteúdo a ser abordado, algumas atividades que não envolvam experimentação,

ou o completo protagonismo dos estudantes, podem se enquadrar muito mais como abordagem de natureza investigativa (MUNFORD; LIMA, 2007).

Diante desse contexto, o ambiente escolar em seus diferentes espaços (sala de aula, laboratório, campo aberto) são propícios ao ensino investigativo. Neste sentido, quando as experiências com o conteúdo são conduzidas na perspectiva da Alfabetização Científica, elas conseguem incorporar o conhecimento científico à vivência prática dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2011). Estes, podem aplicar os conhecimentos aprendidos em situações do dia-a-dia, influenciando positivamente em sua realidade.

Entretanto, Sasseron e Carvalho (2011) percebem o conceito de Alfabetização Científica como de natureza complexa e, por isso, de difícil compreensão. É possível o entendimento, ao identificar as relações entre as concepções estruturantes do letramento científico (definida pelas autoras) e, as de conteúdo e competências, presente nos documentos dos PCNs.

Vejamos um quadro que pode trazer luz a esse entendimento:

Quadro 1 - Relação entre conceitos estruturantes da Alfabetização Científica e a aprendizagem.

Eixos da Alfabetização científica		Concepções		Comentários
Eixos	Dimensões	Conteúdo	Competências	Características
Compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais.	Aprender ciências.	Conceituais	Domínio das linguagens científicas e suas representações.	Refere-se a vivência de situações didáticas em que conceitos estejam em jogo.
Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e públicos que circundam a prática.	Aprender a fazer ciências.	Procedimentais	Investigação e compreensão científica e tecnológica.	Envolve a tomada de decisões ao realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta.
Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade.	Aprender sobre ciências.	Atitudinais	Aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos.	Atitudes relativas ao conhecimento, ao professor, aos colegas, às disciplinas, às tarefas e à sociedade.

Fonte: Quadro adaptado pelos autores com base nos PCNs, Sasseron e Carvalho (2011), Scarpa e Campos (2015).

Nas estratégias de ensino por investigação, cabe a participação ativa dos estudantes elaborando raciocínios, verbalizando, trocando ideias e justificando-as, conforme comenta Azevedo (2010). Isso porque, as ações educativas devem estar focadas nas atividades dos estudantes, uma vez que a aprendizagem é o principal objetivo do processo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Nesse contexto, as metodologias ativas constituem alternativas adequadas para o ensino de ciências (SEGURA; KALHIL, 2015). Estas podem ser encaminhadas em consonância com o ensino por investigação. Perceber-se, portanto, uma interação, sem necessariamente uma interdependência, pois nem todas as situações ativas de aprendizagem são conduzidas na perspectiva da investigação. Assim, para Segura e Kalhil (2015) estratégias pedagógicas como Aprendizagem Baseada em Problemas (APB), Estudo de Caso (EC) ou Aprendizagem por Projetos (APP) são caminhos que podem desenvolver nos estudantes conceitos, procedimentos e atitudes.

No entanto, é importante destacar, segundo Sasseron (2015), que “o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas”. Ou seja, a autora defende que a aprendizagem na perspectiva da investigação é uma estratégia didática que envolve diversas temáticas que podem ser exploradas de múltiplas formas.

Em vista dessas observações, uma prática de ensino que tome como eixo norteador situações problematizadoras, terá enquadramento nessa concepção se os estudantes refletirem, buscarem explicações e participarem (com mais ou menos intensidade) das etapas que configuram a resolução de um problema (AZEVEDO, 2010).

Pode-se, portanto, considerar que o ensino por investigação engloba quaisquer atividades, que sejam basicamente centradas nos educandos e possibilitem o desenvolvimento da autonomia, tomada de decisões, avaliação e capacidade de resolver problemas, com base em conceitos e teorias das Ciências (SILVA; PONTES, 2016). Assim, as ações educativas podem ser planejadas na perspectiva do letramento científico, promovendo melhor interação entre os sujeitos envolvidos e o conhecimento.



ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Significado é uma palavra-chave para a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963). Nesse contexto, é fundamental que uma atividade de investigação faça sentido para os estudantes, de modo que um problema aberto ou questão serve bem como ponto de partida (AZEVEDO, 2010). Uma definição trazida por Moreira (2012), afirma que:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

No âmbito escolar, ela se distingue a partir de dois eixos segundo Ausubel. Um relacionado ao tipo de processo - aprendizagem memorística, e o outro referente a organização da aprendizagem - aprendizagem significativa (PELIZZARI et al., 2002). Pode-se dizer,

portanto, que a devida interação entre eles favorece a apreensão dos conteúdos, organizando-os cognitivamente.

No entanto, a condição memorística adotada nesse caso acontece de forma dinâmica. Ou seja, ela ocorre no sentido de reter, reelaborar, evocar e utilizar o novo conhecimento em contextos variados (MAURI, 2001). E desse modo, está sujeita a disponibilidade de quem aprende.

Para Solé (2001) há várias razões que fazem com que os estudantes apresentem maior ou menor disposição para realizar atividades significativas. Porém, a autora admite que, é (em parte) na própria situação de ensino que elas são criadas. Por isso, a disponibilidade dos sujeitos para a aprendizagem relaciona-se a uma dinâmica que pode ser influenciada pelo ambiente, pelos materiais utilizados ou pela condição cognitiva dos estudantes.

Nesse contexto, Solé e Coll (2001) afirmam que a atribuição de sentido está relacionada “aos componentes motivacionais, afetivos e relacionais da contribuição do aluno ao ato de aprender.” Desse modo, os sujeitos se sentem mais motivados quando as atividades de aprendizagem vivenciadas fazem sentido e o que é aprendido pode ser lembrado e depois expresso com as próprias palavras (AUSUBEL, 2003).

Assim, a teoria da aprendizagem significativa se destaca por considerar, primeiramente, as estruturas cognitivas dos estudantes diante de novas aprendizagens e a forma como esses conhecimentos ficam consolidados na memória. Isso permite que os estudantes façam conexões com outros conceitos através da própria percepção (MOREIRA, 2012).

Partindo dessas considerações, as atividades investigativas propõem-se como um caminho para atribuir significado aos conteúdos. Sua utilização favorece a compreensão de conceitos, permitindo aos estudantes participar de seu processo de aprendizagem, conforme comenta Azevedo (2010). Desse modo, elas despertam no estudante uma maior interação com a Biologia (PERNAMBUCO, 2014).

Nesse modelo, as atividades podem ser orientadas a partir de roteiros de ensino. Estes podem enquadrar-se nos formatos de investigação estruturada, semiestruturada, ou aberta conforme constam nos Parâmetros Curriculares de Formação Docente de Pernambuco (2014), segundo Sá (2009).

Vejamos um quadro apresentado neste documento de orientação curricular:

Quadro 2 - Natureza das Atividades Investigativas e caracterização dos roteiros de ensino.

Grau de estruturação dos roteiros de ensino	Comentários acerca do grau de estruturação dos roteiros de ensino
Investigação estruturada	Nesta abordagem, o professor propõe aos estudantes um problema para investigar, fornece os procedimentos e os materiais, não os informa sobre os resultados previstos, mas propõe questões para orientá-los à conclusão. Os estudantes devem descobrir relações entre as variáveis ou generalizar, de outra maneira, a partir dos dados coletados.

Investigação semiestruturada	Nesta abordagem, o professor fornece o problema para investigar e os materiais. Os estudantes devem planejar seu próprio procedimento para resolver o problema e chegar às suas próprias conclusões.
Investigação aberta	Nesta abordagem, o professor pode propor ou não o tema a ser investigado. O estudante tem ampla autonomia para a realização da atividade. Ele deve formular seu próprio problema para investigar, planejar seu procedimento, sistematizar os dados coletados, fazer as interpretações e planejar estratégias de socialização do conhecimento construído.

Fonte: Pernambuco (2014), segundo Sá (2009)

No que concerne às características definidas no quadro acima, a atividade adquire aspectos do aprender ciência, fazendo ciência - discutido por Pozo e Crespo (2009). Com isso, os roteiros acabam por desenvolver principalmente, nos estudantes, o conhecimento procedimental - essencial no ensino por investigação. Cabe, destacar, segundo os autores, que não se aprende procedimentos facilmente como qualquer outro conteúdo, mas que este consegue superar a prática tradicional de explicar e escutar.

Por outro lado, Brito e Fireman (2018), nos chama a atenção para a aprendizagem de conceitos, destacando que ela acontece por meio da relação entre as novas informações e os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

De modo oportuno, os materiais pedagógicos são meios que dão subsídio para as situações ativas que podem propiciar

aprendizagem nessa perspectiva. Neste sentido, Tavares (2004) ressalta que “quando se dá a aprendizagem significativa, o aprendente transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico [...]”. Situação essa que pode aguçar a curiosidade dos estudantes e fortalecer a interação docente.

Ainda por essa ótica, Diesel, Baldez e Martins (2017) identificam aproximação entre a aprendizagem significativa e o método ativo, ao passo em que sejam considerados o conhecimento prévio dos estudantes, a potencialidade de material e disposição do aprendente. Desse modo, pode-se afirmar que a apreensão de conceitos, neste caso, é percebida quando os estudantes fazem inferências sobre o conteúdo em meio às atividades trabalhadas em sala.

Seja pelo ambiente, pelos materiais utilizados ou pela condição cognitiva dos estudantes, problematizar pode fazer muita diferença numa atividade didática. Ao problematizar, os conhecimentos adquirem um enorme potencial para despertar o interesse e a mobilização de informações prévias ou baseadas em contextos que estão, muitas vezes, ligados a vivência dos próprios estudantes (GUIMARÃES, 2013).

Assim, Scarpa e Campos (2018), compreendem que nas atividades investigativas, as estratégias utilizadas servem ao propósito de possibilitar a realização de uma investigação pelos estudantes por meio da mediação do professor. E dessa forma, o fazer docente pode estar vinculado a diversos recursos de ensino (SASSERON, 2015).

Diante do exposto, a estratégia de ação e a dinâmica de organização e utilização de recursos materiais nos auxiliam na tarefa de conduzir os conteúdos na perspectiva da aprendizagem

significativa. E nestas condições, pode-se reforçar ainda mais a ideia de alinhamento entre as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais relativas à aprendizagem.



4

MODELO DIDÁTICO “CROMOSSOMOS RECICLADOS”

O modelo didático “Cromossomos Reciclados”, constitui-se de um conjunto de materiais simples, de fácil aquisição, produção e montagem. Como o próprio nome sugere, são materiais recicláveis. Uma vez organizados, favorecem a utilização e reutilização como objetos de aprendizagem.

Para construção dos mesmos, são utilizadas tampinhas de garrafa “PET” multicoloridas (nas cores disponíveis no mercado e possíveis de encontrar) e fios para instalação elétrica (fios de cobre revestido).

Como ferramentas básicas de preparação podem ser necessários: alicate de corte simples, estilete, chave de fenda pontiaguda ou outra ferramenta capaz de fazer uma perfuração no centro das tampinhas ou nas laterais.

A fase preparatória do material é um bom momento para envolver os estudantes na coleta das tampinhas. Ele pode ser um excelente motivo para chamar a atenção dos estudantes para a problemática do lixo associada à ação humana. Afinal, educar é transpor os limites do conteúdo.

São apresentados os materiais e ferramentas necessárias:

Material	Características e função
 <p>Tampinhas de garrafa “PET”</p>	<p>Podem variar nas cores, representando regiões nos cromossomos (perfuradas ao centro). Também são utilizadas para representar os centrômeros (recortadas lateralmente em formato de fechadura).</p>
 <p>Fios de cobre revestidos.</p>	<p>Material flexível que serve para encaixe e sobreposição das tampinhas. Favorece a montagem e remontagem dos cromossomos. Devem ter comprimento médio de 20cm.</p>
Ferramentas	Características e função
 <p>Alicate de corte.</p>	<p>Objeto articulado para corte dos fios que dão sustentação aos cromossomos. Pode ser substituído por ferramenta de função semelhante.</p>
 <p>Ferramenta de perfuração</p>	<p>Objeto de manipulação manual, utilizado para perfuração das tampinhas de garrafa “PET”. Podem ser usadas outras ferramentas com função semelhante.</p>
 <p>Estilete</p>	<p>Objeto que pode ser utilizado para minimizar as imperfeições provocadas nas tampinhas, pela perfuração central ou cortes laterais em formato de fechadura.</p>

Fonte: Os autores (2019)

4.1 ETAPAS DE CONFECÇÃO

Figura 2 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

1. Separe todos os materiais e as ferramentas necessárias (tampinhas, fios de instalação, alicate de corte, ferramenta de perfuração e estilete).

Figura 3 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

2. Organize, separando as tampinhas de cor única e mais

numerosa das tampinhas em cores variadas que devem ser agrupadas em número de quatro para cada cor.

Figura 4 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

3. Corte o fio em pedaços com tamanho médio de 30cm. Para cada cromossomo serão necessários dois pedaços a fim de representar os braços do cromossomo. Essa medida pode variar de acordo com o número de tampinhas.

Figura 5 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

4. Perfure centralmente as tampinhas, com exceção das que representarão os centrômeros. Você deve fazê-lo, usando ferramenta pontiaguda. Outra opção é fazer com furadeira. Em qualquer dos casos, o diâmetro da perfuração deve ser ajustado ao fio.

Figura 6 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

5. As tampinhas que representarão o centrômero devem ser perfuradas lateralmente no eixo horizontal e vertical.

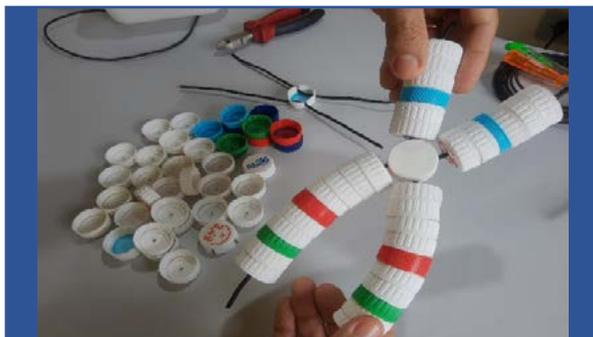
Figura 7 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

6. Nas tampinhas centrômero, você deve usar o estilete para fazer um corte em “V” na borda de cada furo. Isso dará formato de fechadura em cada perfuração.

Figura 8 – etapas de confecção



Fonte: Os autores (2019)

7. Tudo pronto. Agora é só realizar o encaixe das peças para montar os cromossomos.

4.2 ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Os “Cromossomos Recicladados” se apresentam como material de uso didático de aspecto reutilizável podendo, portanto, ser montados e remontados em diferentes turmas e em vários momentos.

Dependendo do conteúdo a ser trabalhado, o material pode dar forma aos diferentes tipos de cromossomos (metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico), além de contemplar diferentes regiões, com alelos que podem estar representando, em suas formas alternativas, algumas características simuláveis.

Para atingir as finalidades de uso, a proposta desenvolvida para utilização do material adquiriu uma organização prática. A disposição em formato de “kit de materiais” permitiu bom aproveitamento nas atividades de ensino-aprendizagem. Desse modo, a forma de organização definida foi de uma bandeja contendo 52 tampinhas de cor única; e 24 em cores variadas, sendo seis conjuntos de quatro cores diferentes, além de quatro pedaços de fio, com 30cm cada. Desse total de tampinhas, a maior parte perfuradas ao centro e duas com perfurações laterais em formato de fechadura. Dessa maneira é possível o encaixe e sustentação dos braços dos cromossomos e a sobreposição das tampinhas.



5

ROTEIROS DIDÁTICOS DE NATUREZA INVESTIGATIVA

Além de uma organização adequada do material, havia a necessidade de uma orientação sistematizada para utilização da ferramenta pedagógica Cromossomos Reciclados. Sendo assim, um manual de montagem e dois roteiros didático-investigativos, em estilo de oficina, foram desenvolvidos, com orientações para o professor e os estudantes, agregando ainda mais significado ao material.

5.1 MANUAL DE MONTAGEM – CROMOSSOMOS RECICLADOS

Instruções para montagem - cromossomos reciclados	
 <p>Tampinha com perfuração central</p> <p>Tampinha com perfurações laterais</p> <p>Fios revestidos</p>	<p>Você está recebendo um kit para montagem de cromossomos. O kit apresenta as peças nas seguintes quantidades e representações:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tampas perfuradas na parte superior (52) – regiões não codificantes; Tampas perfuradas na parte superior plana cores variadas (24) – regiões codificantes; Tampas perfuradas lateralmente (02) – centrômero Fios de cobre revestido (04)
	<p>Passo 1: Separe os fios e as tampinhas com cores variadas organizando-as;</p>
	<p>Passo 2: Para construir um cromossomo, encaixe dois fios em uma tampinha-centrômero (elas apresentam perfurações laterais em formato de fechadura);</p>
	<p>Passo 3: A partir daí, sobreponha pela parte superior/plana as tampinhas com perfuração central formando cada braço de um dos cromossomos contendo 16 unidades em cada cromátide irmã;</p>
<p>Repita os Passos 1 a 3 para fazer o segundo cromossomo.</p>	

Fonte: Os autores (2019)

5.2 ROTEIRO PARA ATIVIDADE DIDÁTICA - OFICINA 1

Orientações para o(a) Professor(a)
OFICINA 1 - hereditariedade em questão: vamos investigar!
Dinâmica de atividade: Os alunos deverão estar organizados em grupos considerando o número de estudantes e de kits cromossômicos.
Tempo de execução: 50min (1aula)
Objetivos: Nesta oficina os estudantes investigam sobre as possibilidades da personagem Hana ser portadora da anemia falciforme, construindo cromossomos e propondo possíveis genótipos, na medida em que se familiarizam com alguns conceitos fundamentais da hereditariedade.
Conceitos contemplados: Genótipo, fenótipo, Cromossomos homólogos, Cromátides irmãs, Alelos, <i>Locus</i> , Homozigoto, Heterozigoto, Dominância e Recessividade.
Roteiro para os Estudantes
OFICINA 1 - Hereditariedade em questão: vamos investigar!
Problema Como as informações hereditárias podem determinar algumas de nossas características.

Contexto

Hana é a segunda filha do casal Antônio e Mariana, ambos saudáveis. Ela apresenta alguns sinais clínicos característicos de anemia falciforme, mas que nunca se manifestaram de forma intensa. Sua irmã mais velha, Joana, é saudável. Roberto, pai de Antônio, avô das meninas Joana e Hana, é portador da doença anemia falciforme.

Objetivos

Nesta oficina os estudantes investigam sobre as possibilidades de Hana ser portadora da anemia falciforme, construindo cromossomos e propondo possíveis genótipos, na medida em que se familiarizam com alguns conceitos fundamentais da hereditariedade.

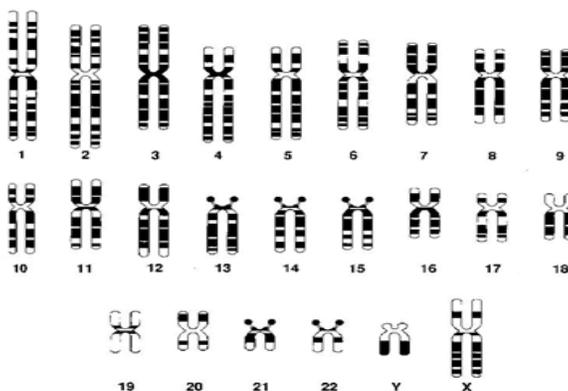
Desafio

Representar o par de cromossomos de um dos membros da família.

- () Hana () Joana
() Antônio (pai) () Roberto (avô)

Procedimento

Para representar os cromossomos do indivíduo indicado, você deve saber que o gene responsável pela codificação da cadeia da hemoglobina que apresenta defeito na anemia falciforme está localizado no braço curto do cromossomo 11.



Observando a imagem do cariótipo humano, você perceberá que o cromossomo onde está localizado o gene é classificado como SUBMETACÊNTRICO.

Sabendo a localização do gene, o desafio é construir dois cromossomos 11 que representem o genótipo do indivíduo indicado. Construa um par de **cromossomos homólogos**, cada um apresenta **duas cromátides irmãs** que devem estar ligadas pelo centrômero. Localize os alelos dos pares homólogos do indivíduo no braço apropriado do cromossomo em construção. Dica: cada par de cromátides irmãs apresenta o mesmo alelo necessariamente. A variação pode ocorrer no par de cromossomos homólogos. Ou seja, suas possibilidades são:



1. Quando os dois cromossomos homólogos apresentam o mesmo alelo trata-se de um indivíduo **Homozigoto**, mas, se seus pares de alelos são diferentes, identifica-se um indivíduo **Heterozigoto**.

Seu par de cromossomos apresenta-se em qual condição

() homozigose () heterozigose

2. Um caráter **Dominante** se manifesta em heterozigose ou homozigose e no caso da anemia falciforme apresenta caráter sem a doença (normal ou “falcêmico”). Um caráter **Recessivo** se manifesta apenas em homozigose (em dose dupla). Considerando os pares de cromossomos, que caráter é apresentado no genótipo do indivíduo é:

- () Caráter dominante puro
- () Caráter dominante híbrido (heterozigoto)
- () Caráter recessivo

3. A anemia falciforme é uma manifestação autossômica recessiva, ou seja, só se manifesta quando os alelos estão em homozigose. Portanto o indivíduo:

- () Tem anemia falciforme
- () Apresenta o “traço falcêmico”
- () não é portador do traço nem da doença.

Fonte: Os autores (2019)

5.3 ROTEIRO PARA ATIVIDADE DIDÁTICA - OFICINA 2.

Orientações para o(a) Professor(a)
OFICINA 2 - PARA ONDE VÃO MEUS GENES ALELOS? COMO OS RECEBO?
Dinâmica de atividade: Os alunos deverão estar organizados em grupos considerando o número de estudantes e de kits cromossômicos.
Tempo de execução: 50min (1aula)
Objetivos: Nesta oficina os estudantes são motivados a simular o comportamento dos cromossomos durante a meiose, tomando como base o genótipo de Hana que pode ser homocigótico ou heterocigótico (portadora da característica ou do traço da anemia falciforme). Na atividade, os estudantes montam cromossomos, acompanhando os alelos durante a meiose de modo que as ações executadas permitem aos educandos refletirem sobre termos fundamentais da hereditariedade no contexto da Biologia celular, correlacionado áreas aparentemente distintas.
Conceitos contemplados: Divisão celular, Meiose, Diploide e Haplóide, Célula Somática, Célula Germinativa, Genótipo, fenótipo, Cromossomos homólogos, Cromátides irmãs, Alelos, <i>Locus</i> , Homocigoto, Heterocigoto, Dominância e Recessividade.

Fonte: Os autores (2019)

Roteiro para os Estudantes
OFICINA 2 - PARA ONDE VÃO MEUS GENES ALELOS? COMO OS RECEBO?

Problema

Como os alelos chegam até nós, influenciando nossas características e a partir de que células são transmitidos ao longo das gerações.

Contexto

Hana cujo avô paterno era portador da anemia falciforme, preocupada com a possibilidade de transmitir ou não o alelo da doença a seus descendentes, deseja saber como ela pode ter recebido e quais as chances de seus filhos serem afetados pela anemia falciforme ou serem portadores do alelo. Seus pais, Antonio e Mariana são saudáveis. Porém, Antonio, recebeu o alelo afetado do avô da menina que era doente.

Objetivos

Nesta oficina os estudantes investigam sobre as possibilidades de Hana ser portadora da anemia falciforme, construindo cromossomos e propondo possíveis genótipos, na medida em que se familiarizam com alguns conceitos fundamentais da hereditariedade.

Desafio

Considerando as características genéticas da família e sabendo que os alelos em homozigose dominante ou em heterozigose determinam a característica “Sem a doença” ou “portador do traço”, respectivamente; e que o alelo recessivo, determina “a doença” apenas em homozigose recessiva. Defina qual a condição dos alelos no caso de Hana.

() Homozigose dominante

() Homozigose recessiva

() Heterozigose

Seu desafio é representar o par de cromossomos de Hana de acordo com sua escolha, localizando os alelos nos cromossomos e simular eventos da meiose.

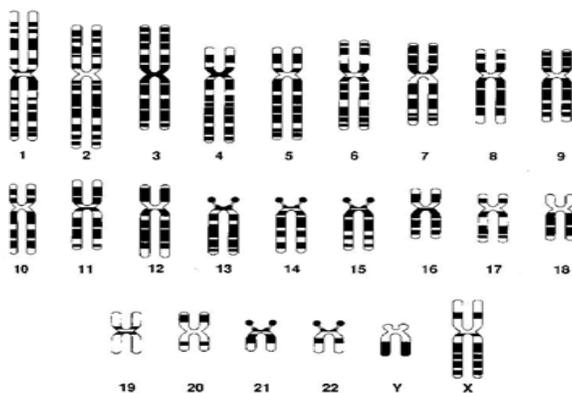


Imagem 1

Procedimento

Para representar o par de cromossomos de Hana, você deve localizar o gene responsável pela codificação da cadeia da hemoglobina no local apropriado. Lembre-se, o alelo está localizado no braço curto do cromossomo 11 que é SUBMETACÊNTRICO (Imagem 1). Sabendo a localização do gene no par de **cromossomos homólogos** e que cada um apresenta **duas cromátides irmãs** ligadas pelo centrômero; por escolha própria, defina, pela cor, a tampinha que deve representar o alelo normal ou mutado para a cadeia da hemoglobina do par de cromossomo que você construir.

Tapinha:  Cor A  Cor B

Alelo: () Normal () Normal
 () Mutado () Mutado

Apenas algumas células do nosso corpo são **germinativas – Haplóides**, trazendo um exemplar de cada cromossomo na sua constituição genética. Todas as outras células do corpo são **somáticas – Diploides**, apresentando seus cromossomos em pares.

<p>1. Seu par de cromossomos, representam uma célula na condição: <input type="checkbox"/> Haplóide ou <input type="checkbox"/> Diploide</p>	
<p>a) Para que ocorra a meiose, a célula diploide faz uma cópia do DNA em cada cromossomo do par. Ambas as cópias têm alelos idênticos para cada gene, de modo que, as duas cópias em cada cromossomo constituem as cromátides irmãs.</p>	
<p>b) Na primeira fase da Meiose há separação dos cromossomos homólogos e formação de duas células filhas. Simule o afastamento dos cromossomos homólogos de Hana, construídos pelo grupo. Estas células resultantes da primeira divisão celular são haploides, uma vez que têm um cromossomo de cada par de cromossomos homólogos.</p>	
<p>c) Na segunda fase da meiose, em cada uma das duas células, as cromátides irmãs de cada cromossomo são separadas. Simule a separação das cromátides irmãs em cada cromossomo. Nesse momento são produzidas quatro células-filhas haploides representadas por cada cromátide irmã.</p>	
<p>2. A meiose é um evento característico da formação dos gametas (células germinativas). Considerando a simulação que você realizou com os cromossomos de Hana, registre no quadro abaixo os resultados observados em cada evento da meiose que você simulou.</p>	
<p>Evento</p>	<p>Comportamento (condição dos cromossomos)</p>

<p>Cromossomos no início da Meiose I</p>	<p>() emparelhados- Células diploides com dois pares de cromátides irmãs.</p> <p>() separados- Células diploides com um par de cromátides irmãs.</p>
<p>Cromossomos no final da Meiose I</p>	<p>() emparelhados- Células haploides com um par de cromátides irmãs.</p> <p>() separados-Células haploides com um par de cromátides irmãs.</p>
<p>Cromossomos no final da Meiose II</p>	<p>() emparelhados – Células haploides com um par de cromátides irmãs.</p> <p>() separados – Células haploides contendo apenas uma das cromátides irmãs.</p>
<p>Célula resultante</p>	<p>() somáticas</p> <p>ou</p> <p>() germinativas</p>

3. Considerando os alelos que Hana possui nos cromossomos de suas células germinativas, podemos afirmar que ela apresenta:

- () Todas as chances de transmitir o alelo defeituoso
- () Metade das chances de transmitir o alelo defeituoso
- () Nenhuma chance de transmitir o alelo defeituoso.

Fonte: Os autores (2019)



6

OFICINAS PEDAGÓGICAS EM AÇÃO

UMA EXPERIÊNCIA EXITOSA, USANDO
CROMOSSOMOS RECICLADOS
E ROTEIROS DIDÁTICOS

O relato de experiência vivenciado aconteceu em turmas de ensino médio da Escola Técnica Estadual Miguel Arraes de Alencar, situada no município de Timbaúba-PE. As oficinas foram aplicadas, utilizando o modelo descrito como recurso didático. Para tanto, um plano de trabalho foi elaborado a fim de nortear os objetivos, etapas e avaliação da atividade. Quanto aos estudantes, foram organizados em grupos de no máximo cinco integrantes.

Para a atividade, o material foi disposto nas bandejas, contendo o manual de montagem e roteiro de aprendizagem didático-investigativo. Esse modo de organização, representado na figura 2, permitiu autonomia dos grupos na construção dos cromossomos e interação entre os estudantes.

Figura 9: Organização dos kits de materiais para montagem dos modelos cromossômicos (a) e disposição do material para as oficinas (b).



Fonte: Os autores (2019)

Em cada turma, os estudantes receberam por equipe um “kit” para montagem e o roteiro/desafio. O roteiro investigativo, contendo orientações para o professor – com objetivos e conceitos contemplados; e para os estudantes – com contexto e problematização, além de procedimentos, tornou a ação didática envolvente. Outro aspecto foi a dinâmica diferenciada, enquanto atividade orientada, pois a situação problema, envolvendo a personagem (Hana) e alguns de seus familiares é explorado com base em escolhas.

Após as orientações básicas do professor, os grupos tiveram um tempo para a montagem dos modelos e as marcações no roteiro investigativo. A oficina utilizou o tempo pedagógico previsto (uma aula de 50 minutos). Em todos os momentos da oficina houve mediação docente, estimulando a interação entre os integrantes com vistas à valorização da autonomia em cada grupo.

Ao serem desafiados a representar um par de cromossomos com o genótipo de um dos representantes da família, os estudantes tinham uma linha de raciocínio a construir. No entanto, em suas escolhas estavam livres para decidir que genótipo representar ao montar os modelos. Nesse contexto, a autonomia favoreceu aspectos do “aprender a aprender” e “aprender a fazer” dos estudantes.

O roteiro favoreceu, ainda, que os estudantes fizessem anotações sobre suas hipóteses, localizando o gene no cromossomo e confrontando se o modelo que construíram estavam condizentes com conceitos marcados por eles no roteiro. Ao final das atividades, os roteiros foram recolhidos para análise e verificação da aprendizagem.

A análise formal dos roteiros contemplou uma abordagem não usual, mas que buscou entender as dificuldades de compreensão do conteúdo abordado, tomando como base a escolha e as assertivas ligadas a ela – que poderia variar entre os grupos. Neste caso, utilizou-se o termo “exatidão” como indicativo de coerência entre a escolha e as marcações feitas no roteiro. Já nas marcações que não apresentavam consonância (total ou parcial) com as escolhas, o termo “Imprecisão” foi adotado.

6.1 OFICINA 1 – HEREDITARIEDADE EM QUESTÃO. VAMOS INVESTIGAR!

Nesta oficina a exploração de uma herança monogênica viabilizou as discussões sobre os conceitos fundamentais de genética. Assim, os integrantes dos grupos ao analisar o contexto familiar da personagem, em relação a herança – anemia falciforme (uma doença hereditária em que se pode prever o genótipo de seus portadores) deveriam escolher um dos membros familiares para representar no modelo. Além disso, deveriam também analisar possibilidades genóticas da personagem para poder representar os cromossomos de maneira adequada e responder às proposições decorrentes das escolhas.

Para tanto, os grupos receberam a tarefa de construir dois cromossomos 11 (onde estão localizados os alelos para a anemia falciforme), representando o genótipo escolhido no roteiro, além de localizar adequadamente os alelos representativos da cadeia da hemoglobina no par de cromossomos homólogos, simulando eventos e respondendo às hipóteses no roteiro. Um momento enriquecido pela dinâmica de interação entre os estudantes e o professor (Figura 10).

Figura 10 - Imagens da oficina 1 aplicada nas turmas do Ensino Médio.



Fonte: Os autores (2019).

A experiência obtida com a estratégia aplicada aos estudantes revelou-se bastante envolvente, estimulando o interesse e a relação dialógica do ensino-aprendizagem. O processo foi marcado pela participação colaborativa na aprendizagem dos conceitos contemplados no roteiro investigativo, associados à dinâmica de montagem do modelo didático.

Os resultados dos roteiros recolhidos ao final da atividade (Tabela 1) nos permitiu perceber, no perfil de escolhas, o raciocínio utilizado pelos grupos de estudantes, suas dificuldades em relação ao conteúdo, mas também, a eficácia das atividades na apreensão dos conceitos básicos de genética. Isso foi possível, analisando

a relação entre as escolhas e as assertivas marcadas no roteiro didático-investigativo. Neste caso, o número de grupos que apresentou coerência total nas marcações realizadas no roteiro foi bastante expressivo.

Tabela 1 - Resultado das escolhas realizadas pelos grupos da 2ª série participantes da oficina 1 - Relação personagem / exatidão / imprecisão

	Perfil de escolhas / Personagens Fictícios				Nº Grupos por Turma
	ANTONIO	HANA	JOANA	ROBERTO	
Turma A	0	4	4	2	10
Turma B	1	5	1	2	9
Turma C	2	4	1	3	10
Turma D	0	2	3	4	9
Total	3	15	9	11	38

	EXAT	IMP	EXAT	IMP	EXAT	IMP	EXAT	IMP	Nº DE ROTEIROS C/ EXATIDÃO TOTAL
Nº	3	0	12	3	6	3	8	3	29
%	100	0	80	20	67	33	73	27	76%

Tabela com dados obtidos pelos autores.

Ao observar os resultados distribuídos na tabela, percebe-se que a maioria dos estudantes assumiram o desafio de interpretação focado na personagem principal e um de seus familiares afetado. A representação e manipulação do modelo didático transformou o desafio em uma tarefa divertida e de testagem de hipóteses. A partir dos dados é possível afirmar que os estudantes se envolveram com o problema, buscando entender a relação entre os alelos do personagem definido por eles.

6.2 OFICINA 2 - PARA ONDE VÃO OS MEUS GENES ALELOS? COMO OS RECEBO?

Na segunda oficina o foco foi a ampliação de conhecimentos, embora o roteiro didático-investigativo estivesse baseado no mesmo contexto (anemia falciforme) e a mesma personagem. Agora, a atividade teve por abrangência a montagem e a simulação de eventos, envolvendo os cromossomos na meiose – divisão celular responsável pela formação dos gametas.

Apresentada a atividade, os estudantes tiveram que definir entre três possibilidades, o suposto genótipo da personagem e, a partir de então, montar um par de cromossomos, localizando o alelo de maneira adequada. Em seguida, realizar simulação com o modelo construído pelo grupo, fazendo anotações ao longo dos questionamentos de investigação apresentados no roteiro. Desse modo, a oficina 2 (Figura 11) obteve envolvimento expressivo dos estudantes, a luz da motivação, autonomia, interação dos estudantes entre si e com o professor.

Figura 11 – Imagens da Oficina 2 aplicada nas turmas - (a) e (b) montagem e (c) e (d) simulação.



(a)



(b)



(d)



(e)

Fonte: imagens dos autores.

A simulação com o uso do modelo, no momento da oficina, instigou ainda mais a curiosidade dos estudantes em relação ao conteúdo. Assim, eles se sentiram mais estimulados a participarem com questionamentos, principalmente ao perceberem a relação da meiose com a transmissão das informações hereditárias.

Encerrada as etapas nos roteiros, seguiu-se a escuta argumentativa dos grupos e depois a análise dos roteiros recolhidos, que apontaram rendimentos bastante positivos (Tabela 2). A coerência

nas marcações verificada na maioria foi, sem dúvida, favorecida tanto pela vivência na primeira oficina, quanto pela simulação com o uso do modelo, uma vez que, essa é uma etapa orientada no roteiro.

Tabela 2 - Resultado das escolhas realizadas por turma/grupos participantes da oficina 2 - Relação genótipo escolhido / exatidão / imprecisão

	Perfil de escolhas			Nº Grupos por Turma
	Homozigose dominante	Homozigose recessiva	Heterozigose	
Turma A	0	6	4	10
Turma B	5	4	1	10
Turma C	0	3	7	10
Turma D	0	3	7	10
Total	5	16	19	40

	EXAT	IMP	EXAT	IMP	EXAT	IMP	TOTAL APROVEITAMENTO
Nº	4	1	13	3	15	4	31
%	80	20	81	19	79	21	77,5%

Tabela com dados obtidos pelos autores.

A condição heterozigótica foi a mais escolhida e, portanto, o perfil de escolha, afastou a interpretação de que os estudantes buscaram a solução mais “fácil”, demonstrando concentrar esforços na resolução do problema proposto. A partir dessa constatação é possível inferir que o uso do modelo didático, junto ao roteiro didático-investigativo, auxiliou os estudantes no entendimento do conteúdo a partir do problema proposto.

A relação entre a coerência nas respostas e o desafio da atividade promoveu aprendizagem efetiva, na medida em que se fez necessário entender os conceitos apresentados para definir assertivas adequadas. Além disso, ao terem a oportunidade de discutir no grupo, os estudantes precisaram definir uma linha de raciocínio para interpretar a situação desafio.

Assim, a atividade promoveu envolvimento dos estudantes e o contato com os conceitos básicos de genética de modo diferente de uma abordagem tradicional em quem as definições conceituais seriam apresentadas de forma expositiva e por simples demonstração.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ensino de genética mendeliana, a eficácia da aprendizagem depende muito do alinhamento entre as formas de abordagens e o uso de materiais didáticos adequados. Essa relação permite que estudantes e professores possam fazer da aprendizagem um momento de apreensão de conhecimentos que, no contexto do Ensino por Investigação e da Aprendizagem Significativa, favorece aspectos do “saber sobre”, “saber fazer” e “saber ser” preconizados nos PCNs. Assim, ao explorar conceitos básicos de genética por meio de uma abordagem pedagógica que utilizou roteiros didáticos de natureza investigativa, e um modelo de cromossomo montável, a estratégia conseguiu fazer da ação manipulativa e problematizadora, um caminho para atribuir sentido aos conteúdos de aprendizagem.

GABARITOS

Oficina 1
<p>O genótipo do personagem escolhido no roteiro requer devida interpretação do contexto apresentado e a relação com a personagem Hana. assim, para a personagem e familiares os genótipos estão definidos:</p>
<p>SE HANA</p> <ol style="list-style-type: none">1. (X) Homozigose.2. (X) Caráter recessivo.3. (X) Tem anemia falciforme.
<p>SE HANA</p> <ol style="list-style-type: none">1. (X) Heterozigose.2. (X) Caráter dominante híbrido (heterozigoto).3. (X) Apresenta o traço falciforme (sem a doença).
<p>SE JOANA (IRMÃ)</p> <ol style="list-style-type: none">1. (X) Homozigose.2. (X) Caráter dominante puro.3. (X) Não é portador do traço nem da doença.
<p>SE ANTÔNIO (PAI)</p> <ol style="list-style-type: none">1. (X) Heterozigose.2. (X) Caráter dominante híbrido (heterozigoto).3. (X) Apresenta o traço falciforme (sem a doença).
<p>SE ROBERTO (AVÔ)</p> <ol style="list-style-type: none">1. (X) Homozigose.2. (X) Caráter recessivo.3. (X) Tem anemia falciforme.

Oficina 2

Hana pode apresentar qualquer dos genótipos, porém o que for definido pelo grupo deve apresentar coerência nas marcações. desse modo:

SE HANA: Homozigose dominante

1. (X) – Diploide
2. (X) – Emparelhado – Células diploides com dois pares de cromátides irmãs
(X) – Separados – Células haploides com um par de cromátides irmãs
(X) – separados - Células haploides contendo apenas uma das cromátides irmãs
3. (X) Nenhuma chance

SE HANA: Homozigose recessiva

1. Diploide
2. (X) – Emparelhado – Células diploides com dois pares de cromátides irmãs
(X) – Separados – Células haploides com um par de cromátides irmãs
(X) – separados - Células haploides contendo apenas uma das cromátides irmãs
3. (X) Todas as chances

SE HANA: Heterozigose

1. (X) – Diploide
2. (X) – Emparelhado – Células diploides com dois pares de cromátides irmãs
(X) – Separados – Células haploides com um par de cromátides irmãs
(X) – separados - Células haploides contendo apenas uma das cromátides irmãs
3. (X) Metade das chances



REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. 1 Ed, São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 19-33.
- BANDEIRA, Denise. **Material didático**. Curitiba: IESDE, 2009.
- BARBOSA, W.; DIAS, A. C. O.; SILVA, E. R.; SOBREIRA, M. **Cromossomos reciclados: um prático modelo didático para o ensino de genética**. In: XVII ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE. Recife, PE: Sociedade Brasileira de Genética-Regional, PE, 2006.
- BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 6, p. 61-75. 2017. Disponível em:<http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID403/v12_n6_a2017.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRITO, L. O., FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino**

- de Ciências**. V. 13, n. 5, p. 462-479, 2018. Disponível em: <<https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=65>> Acesso em: 12 jul. 2019.
- COLINVAUX, D. **Modelos e Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: Ravil Editora, 1998.
- COLL, C.; SOLÉ, I. Os professores e a concepção construtivista. In. Coll, C. (Org.). **O construtivismo na sala de aula**. 6ª edição, São Paulo: Editora Ática, 2001.
- DIESEL, A.; BALDES, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado/RS, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em:< <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- DUSO, L.; CLEMENT, L.; PEREIRA, P. B.; FILHO, J. P. A. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v. 15, n. 02, p. 29-44, mai-ago. 2013. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172013000200029&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em 19 Jun. 2019.
- GRAELLS, P. M. **Los medios didácticos**. Disponível em: <<http://peremarques.pandea.org/medios.html>> Acesso em: 14 jun. 2018.
- GUIMARÃES, V. **Incluir para transformar: metodologia telessala em cinco movimentos**. Rio de Janeiro, Fundação Roberto Marinho, 2013.
- HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. 1ª edição, São Paulo: Ática, 2011.
- JUSTINA L. A. D., FERLA M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi**. v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/laboratorio/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19924/10818>> Acesso em: 12 mar. 2017.
- MAURI, T. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In. Coll, C. (Org.). **O Construtivismo na sala de aula**. 6ª Ed. São Paulo: Editora Ática, 2001. p. 79-121.
- MORAES, K. C. M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma questão de cidadania - da sala de aula para o laboratório da vida. **Revista Univasp**, São José dos Campos, v. 17, n. 29, 2011. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/8>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Curriculum**, La Laguna, n. 25, Espanha, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun., 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172007000100089&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 mai. 2017.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL M. L.; BARON, M. P.; FINCK N. T. L.; DOROCINSKI S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, 2002. v. 2, n. 1, p. 37-42. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Educação. **Base Curricular Comum para as Redes Públicas de Ensino de Pernambuco: matemática** / Secretaria de Educação. Recife, SE. 2008. 134p.
- _____. Secretaria de Educação. Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco. **Parâmetros Curriculares de Biologia Ensino Médio**. Recife, 2013. 56p.
- _____. Secretaria de Educação. Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco. **Parâmetros de Formação Docente – Ciências da Natureza e Matemática**. Recife, SEE. 2014. 249p.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SANTOS, R. O.; SILVA, P. S.; LIMA, J. L. S. Modelo didático como recurso para o ensino de ciências: sua influência como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**. Recife, v. 02, n. 2, 3ª edição especial, p. 177-185, 2018.2. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/239741>>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível

- em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1983-21172015000400049&lng=en&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 08 dez. 2018.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P., “Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p. 59-77, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf. Acesso em: 19 de jun. 2019.
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, dez. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-> Acesso em: 19 jan. 2018.
- SEGURA, E.; KALHIL, J. B. Metodologia ativa como proposta para o Ensino de Ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá/MT, n.3, dez. 2015. Disponível em:< <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/download/5308/3503>. >. Acesso em: 12 dez. 2018.
- SILVA, I. M.; PONTES, F. C. Ensino de Ciências por Investigação: a Relação Teórico Prática da Educação Ambiental com a Construção de um Forno Solar. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, 2016. **Anais[...]** ENEC: Florianópolis: 2016. Disponível em:< <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2279-1.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- SOLÉ, I. Disponibilidade da aprendizagem e sentido da aprendizagem. In. Coll, C. (Org.). **O Construtivismo na sala de aula**. 6ª Ed. São Paulo: Editora Ática, 2001. p. 29-54.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, João Pessoa PB, v. 10, p. 55-60, 2004. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~Romero/objetosaprendizagem/Rived/Artigos/2004-RevistaConceitos.pdf>> Acesso em: 08 mar. 2018.
- THORNE, K. **Teaching genetics - a linguistic challenge**. Karlstad: Karlstad University Studies, 2012. Disponível em:< <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:562258>>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 75-81, nov. 2015. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.



SOBRE OS AUTORES

DARLENE CAMATI PERSUHN

Farmacêutica, doutora em Ciências com ênfase em Bioquímica (UFPR), docente lotada no Departamento de Biologia Molecular / CCEN / UFPB, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição (UFPB) e ProfBio (UFPB), experiência em análise de polimorfismos humanos relacionados a condições clínicas multifatoriais e em divulgação científica.

» *E-mail: darlenecp@hotmail.com*

» *ORCID [0000-0001-5291-5454](https://orcid.org/0000-0001-5291-5454)*

» *<http://lattes.cnpq.br/0123092798297250>*

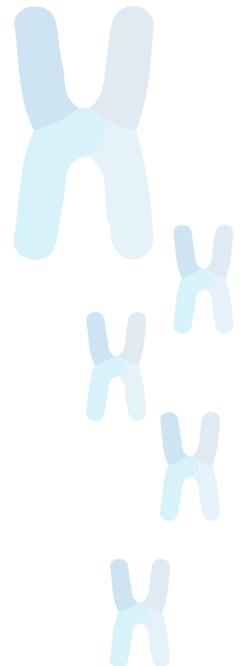
WALTER BARBOSA FERREIRA

Licenciado em Ciências Biológicas (FFPNM / UPE) com Especialização em Ensino de Biologia (FFPNM / UPE) e Mestrado em Ensino de Biologia (PROFBIO – UFPB), Professor da rede estadual de ensino de Pernambuco e experiência científica em Ensino de Biologia com ênfase na produção de material didático.

» *E-mail: walterbio5@hotmail.com*

» *ORCID [0000-0002-1735-5858](https://orcid.org/0000-0002-1735-5858)*

» *<http://lattes.cnpq.br/8158215898172209>*



editora filiada à

Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

 Este livro foi diagramado pela Editora
da UFPA em Novembro de 2020,
utilizando a fonte Myriad Pro.