

Aulas de Genética em que os alunos aprendem conversando sobre a determinação das características humanas



Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira

Colégio Móbile, São Paulo

Autor para correspondência: esquecidoponto@gmail.com

Palavras-chave: determinismo, metodologias ativas, genética, aula invertida, peer instruction, ensino médio

A sequência didática relatada é baseada na metodologia de instrução por pares com alunos do Ensino Médio. Por meio dela, os estudantes aprenderam como os estudos de concordância de gêmeos podem ser utilizados para definir a determinação de características como, por exemplo, a sexualidade humana. Dessa forma, os estudantes podem, inclusive, posicionar-se em relação aos debates contemporâneos.



OBJETIVO E CONTEXTO

A experiência descrita a seguir tem como objetivo apresentar uma sequência de aulas estruturadas a partir da metodologia de instrução por pares. Essa prática foi criada e popularizada pelo professor de Engenharia Eric Mazur da Universidade de Harvard, Cambridge (MAZUR, 1997). De acordo com essa metodologia, a tarefa principal do professor é desenhar boas perguntas para promover a aprendizagem dos estudantes a partir do diálogo com outros colegas durante a aula.

Na situação de aprendizagem que relato a seguir, os alunos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio MóBILE, uma escola particular da cidade de São Paulo (SP), participaram de uma atividade para (1) diferenciar a formação de gêmeos monozigóticos e dizigóticos e, a partir disso, (2) avaliar os resultados de estudos de concordância para determinar se uma característica humana é genética (determinada exclusivamente pelos genes), ambiental (determinada por outros fatores não genéticos) ou multifatorial (determinada pela interação dos genes com outros fatores não genéticos) (TIDON, 2006).

Esses dois objetivos de aprendizagem são trabalhados logo no início do módulo de Genética, sendo precedidos apenas por tópicos relacionados à primeira lei de Mendel e à clonagem de mamíferos.

1ª ETAPA

Motivação: uma fonte para consultar

Para engajar os alunos na atividade, inicialmente, eles conheceram dois cartazes da exposição “Está no DNA?” do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-tronco do Instituto de Biociências da USP (<http://genoma.ib.usp.br/educacao-e-difusao/nossos-projetos/semear-ciencia>)

Os cartazes da Figura 1 estavam projetados por meio de um *data-show* enquanto os alunos entravam na sala e se organizavam para o início da aula. Quando a aula foi iniciada, perguntei diretamente para alguns deles o que achavam da questão apresentada – “Você acha que essa característica está no DNA?”. Em vez de fornecer um *feedback* para a resposta do

aluno, solicitei que outro colega apresentasse uma opinião sobre o que havia sido dito – “O que você acha da opinião do seu colega?”.

Depois de contrapor algumas poucas opiniões, cerca de 4 alunos dentre os 40 presentes na sala, afirmei que os cientistas baseiam suas opiniões em dados e provoqueei a classe – “Quais seriam as informações que os cientistas poderiam utilizar para determinar se uma característica é genética ou não?”. Com essa pergunta, o meu objetivo foi apenas engajar os alunos para a tarefa que deveriam resolver para a aula seguinte.

2ª ETAPA

Estudar antes da aula

Como lição de casa, solicitei que os alunos lessem o texto “Como estudamos a determinação das características humanas?” do *website* do projeto “Semear Ciência – Está no DNA?” (<http://www.ib.usp.br/biologia/projetosemear/estanondna/>). Além de ficarem atentos a essa questão, os alunos deveriam comparar o processo de formação dos gêmeos idênticos e os não idênticos.

Mazur (1997) sugere que uma das primeiras etapas dessa metodologia é que os alunos devam se preparar para a aula consultando algum material prévio de estudo (vídeo-aula ou texto, por exemplo). Nesse caso, o texto do *website* foi utilizado como fonte de consulta inicial sobre o tema. Para reduzir a possibilidade de muitos alunos não realizarem a tarefa prévia, toda essa etapa de motivação se faz necessária. O material permitiu um engajamento dos alunos sem a necessidade de um denso estudo prévio e colocou questões problematizadoras que aumentam a probabilidade do aluno se interessar pela lição proposta.

3ª ETAPA

A discussão e o diálogo entre os pares e revisão de conceitos

Na aula seguinte, apresentei as imagens do *website* sobre os processos que resultam em gêmeos monozigóticos e dizigóticos (Figura 2). Em vez de explicar essas imagens, pedi para um aluno se voluntariar a identificar qual é a ilustração dos gêmeos idênticos e



Figura 1. Dois dos cartazes do projeto Semear Ciência da série “Está no DNA?” <http://genoma.ib.usp.br/educacao-e-difusao/nossos-projetos/semear-ciencia>.

qual seria a ilustração dos gêmeos diferentes. Nesse momento, apenas um aluno pôde participar da aula apresentando uma resposta.

Para engajar um número maior de alunos, em vez de fornecer um *feedback* para o primeiro aluno que tentou responder a minha questão, pedi que outros alunos avaliassem se concordam ou discordam do colega. Mais que um posicionamento, os alunos deveriam explicar por qual motivo o outro colega está certo ou errado.

Ainda assim, poucos alunos estavam engajados nesse diálogo que deve ser ouvido pelo restante da classe. Nesse momento, muitos alunos buscavam esclarecer dúvidas sobre a formação de gêmeos. Incentivados pelo professor, outros alunos são convidados a responder às questões dos colegas.

Vale ressaltar que os estudantes insistem em dialogar apenas com o professor. Contudo, é tarefa do docente explicitar para o gru-

po que cada aluno deve falar alto para que toda a classe ouça, principalmente, o aluno que o questionou. Por esse motivo, sempre escolho alunos que estão distantes entre um e outro. Dessa forma, os alunos devem se dedicar mais para se fazer compreender. Uma consequência positiva dessa estratégia é que a classe fica mais envolvida com a discussão e se reduzem os problemas de indisciplina.

De qualquer forma, esse trecho da aula foi curto, não ultrapassando os 15 minutos iniciais da aula. Parte desse tempo, utilizei para revisar como os estudos de concordância nos permitem avaliar o tipo de determinação de uma característica humana.

Mazur (1997) sugere que essa apresentação conceitual seja feita pelo professor com o objetivo de revisar, de modo bem sucinto, aspectos básicos dos conteúdos tratados no material de estudo prévio e possibilitar um espaço de esclarecimento de dúvidas dos alunos no início da aula.

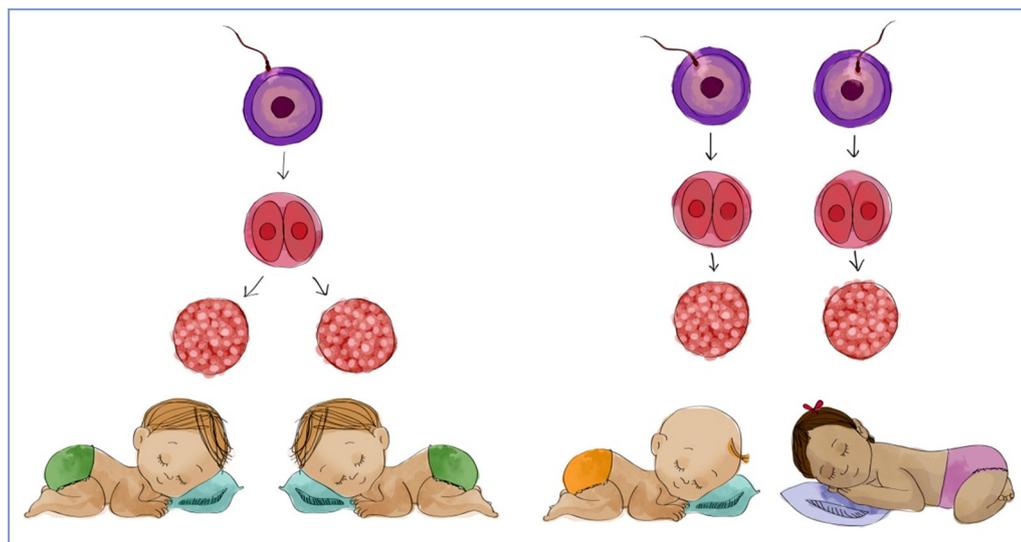


Figura 2. Imagem do website do site do projeto Semear Ciência (<http://www.ib.usp.br/biologia/projetosemear/estanodna/caracteristicashumanas.html>) mostrando os processos que dão origem a gêmeos monozigóticos e dizigóticos.

4ª ETAPA

Usar dados para construir argumentos

A etapa seguinte da aula foi a proposição de um exercício individual em que os alunos precisaram mobilizar os conteúdos estudados para resolver um problema complexo e relevante para eles. Nessa situação, apresentei quatro afirmações sobre a determinação de algumas características humanas:

1. O tipo sanguíneo parece ter influência ambiental, uma vez que a concordância em gêmeos dizigóticos é baixa.
2. O hábito de beber café não parece ter influência genética, já que apresenta o mesmo grau de concordância nos dois tipos de gêmeos.
3. O hábito de fumar parece ser influenciado por fatores genéticos, pois apresenta uma diferença elevada entre a concordância de monozigóticos e a de dizigóticos.

4. A esquizofrenia não apresenta influência genética, uma vez que a concordância entre os gêmeos monozigóticos não é de 100%.

A partir de uma tabela (Tabela 1) com resultados de estudos de concordância de gêmeos, os alunos deveriam, individualmente, avaliar se duas dessas afirmações eram verdadeiras ou falsas. A divisão de alunos e afirmações foi feita com base na posição dos alunos pela sala. Cada fileira de alunos ficou responsável por um par de afirmações. Desse modo, após o tempo de reflexão individual, os alunos formaram duplas com os colegas sentados na fileira imediatamente ao lado, que analisaram duas afirmações distintas para trocarem as suas conclusões sobre as características.

Com essa organização, os estudantes possuíam conhecimento que a sua dupla não tinha e, por isso, puderam apresentar maior interesse em ouvi-lo. Além de contar a resposta, o aluno explicou de que forma os dados o levaram àquela conclusão.

Característica	Concordância em dizigóticos	Concordância em monozigóticos
Tipo sanguíneo ABO	65%	100%
Fumar	42%	75%
Beber café	80%	80%
Esquizofrenia	16%	53%

Tabela 1. Concordância fictícia de algumas características entre gêmeos dizigóticos e monozigóticos. Reproduzida com permissão -<http://www.ib.usp.br/biologia/projetosemear/estanodna/images/quadro.jpg> (acesso em 20/06/2015).

5ª ETAPA

Eleger a resposta correta

Após a discussão em duplas, todos os alunos votaram nas respostas referentes às quatro afirmações, ou seja, todos classificaram-nas em verdadeiras ou falsas. Para isso, construí um formulário eletrônico no *Google Drive*, que os alunos acessaram na Internet por meio de *smartphones* ou *tablets*. Essa votação foi anônima e durou poucos segundos. Por esse motivo, embora alguns alunos não dispusessem de equipamento, houve tempo para os colegas compartilharem o material e, com isso, permitir que todos os alunos participassem.

Imediatamente após o encerramento da votação, os gráficos com os resultados foram projetados via *datashow* para todos. No *Google Drive*, o recurso “sumário dos dados” produz gráficos sem a necessidade de tratamento das respostas enviadas.

6ª ETAPA

Argumentar para convencer

De acordo com Mazur (1997), caso mais de 70% da classe assinale a resposta correta, o professor não deve fazer nenhuma discussão sobre o item e apenas formalizar a resposta correta. Caso o índice de acerto seja inferior a 30%, a discussão deve ser feita pelo professor para revisar algum aspecto que não foi bem compreendido pelo grupo. Se o valor obtido estiver entre 30% e 70%, o professor deve convidar os alunos para procurarem outros colegas pela sala de aula para tentar convencê-los de que a resposta deles está equivocada.

Neste jogo argumentativo, os alunos utilizaram os dados da tabela para convencer o maior número de colegas de que a resposta antes escolhida por eles não era a correta. Os alunos utilizaram uma linguagem mais próxima dos demais colegas que a utilizada pelo professor. Além disso, a diversidade de alunos pode corresponder a uma diversidade de explicações para o mesmo conhecimento. Com isso, a probabilidade de um número maior de alunos aprender deve aumentar.

Ao longo de 20 minutos, os alunos deslocaram-se pela sala a procurar o maior número possível de opiniões divergentes. Nesse momento, em vez de participar da discussão, o professor apenas ouviu as falas dos alunos, pois elas poderiam revelar alguns obstáculos para a aprendizagem. Além disso, foi incentivada a participação de alunos que não estavam tão engajados.

Um novo formulário similar ao anterior deve ser respondido por todo o grupo. Nesse momento, cabe ao professor esclarecer que os alunos devem preencher o formulário com o que acreditam estar correto.

De modo alternativo ao uso dos formulários eletrônicos, o professor pode produzir grandes cartões de papel de diferentes cores levantados pelos alunos durante a votação e contabilizados pelo professor.

Caso os resultados corretos sejam superiores a 70% em todos os itens, o professor pode encerrar a atividade. Se alguma dúvida persistir, ele pode pedir para alguns alunos que mudaram de opinião contarem quais foram os dados que o fizeram mudar de ideia. Dessa forma, o professor conduzirá a discussão coletivamente.

1. O tipo sanguíneo parece ter influência ambiental, uma vez que a concordância em gêmeos dizigóticos é baixa.
 - ♦ Falso. Essa é uma característica exclusivamente genética. Podemos concluir isso ao observar que sempre que um dos gêmeos monozigóticos apresenta um certo tipo sanguíneo, seu irmão apresenta o mesmo tipo, ou seja, os dois concordam quanto à característica estudada. Quando a comparação é feita entre gêmeos dizigóticos, essa concordância é menor (65%).
2. O hábito de beber café não parece ter influência genética, já que apresenta o mesmo grau de concordância nos dois tipos de gêmeos.
 - ♦ Verdadeiro. Essa é uma característica exclusivamente ambiental. Podemos concluir isso ao observar que a concordância entre gêmeos monozigóticos e

dizigóticos não difere, ou seja, os gêmeos que apresentam o mesmo material genético que seus irmãos não apresentam uma concordância maior que os dizigóticos.

3. O hábito de fumar parece ser influenciado por fatores genéticos, pois apresenta uma diferença elevada entre a concordância de monozigóticos e a de dizigóticos.

♦ Verdadeiro. Essa é uma característica multifatorial. Podemos concluir isso ao observar que a concordância entre gêmeos monozigóticos difere da de gêmeos dizigóticos, ou seja, os gêmeos que apresentam o mesmo material genético que seus irmãos apresentam uma concordância maior que os dizigóticos.

4. A esquizofrenia não apresenta influência genética, uma vez que a concordância entre os gêmeos monozigóticos não é de 100%.

♦ Falso. Essa é uma característica multifatorial. É possível afirmar, ainda assim, que existe uma influência genética quando observamos que a concordância entre gêmeos monozigóticos é superior a de gêmeos dizigóticos, ou seja, os gêmeos que apresentam o mesmo material genético que seus irmãos apresentam uma concordância maior que os dizigóticos.

7ª ETAPA

Aplicação dos conteúdos aprendidos

Para encerrar essa situação de aprendizagem, outro cartaz do projeto “Semear Ciência – está no DNA?” foi projetado (Figura 3). Contudo, antes de saber a opinião dos alunos, apresentei um problema contemporâneo: a cura gay.

A cura gay

Em 2012, o deputado João Campos (PSDB-GO), presidente da Frente Parlamentar Evangélica, apresentou um projeto de veto da validade de dois dispositivos da Resolução 1/99 do Conselho Federal de Psicologia que proibiam psicólogos de propor tratamento para homossexuais.

Na discussão sobre o tema, uma liderança religiosa, o pastor e psicólogo Silas Malafaia, foi entrevistado em um famoso programa de televisão e afirmou que a homossexualidade é uma característica ambiental adquirida ao longo do desenvolvimento do indivíduo. Dessa forma, o psicólogo deveria estar autorizado para reverter essa condição caso o paciente apresentasse esse desejo. Para sustentar o seu ponto de vista, o pastor apresentou alguns dados científicos de estudos com gêmeos.

Em oposição a essa ideia, segundo alguns outros parlamentares, a sexualidade humana seria resultado da interação entre fatores genéticos e ambientais e, por esse motivo, não poderia ser revertida a partir de nenhum tratamento psíquico. Após as declarações do pastor, um jovem geneticista – Eli Vieira – publicou um vídeo na Internet (<https://youtu.be/3wx3fdnOEos> - Acesso em 20/06/2015) para rebater as conclusões do líder religioso. Segundo o cientista, os dados utilizados não sustentavam as conclusões de Silas Malafaia. Pelo contrário, sustentavam que a determinação da sexualidade humana seria multifatorial.

Dois trechos do vídeo do geneticista foram apresentados (de 0:00 até 2:51 e de 9:55 até 11:07). Neles, dados sobre os estudos de concordância dos gêmeos são apresentados. Para encerrar a aula, os alunos teriam que elaborar um breve parágrafo respondendo a questão problema: A sexualidade humana é determinada exclusivamente pelos genes, pelos fatores ambientais ou pela interação dos genes com os fatores ambientais? Justifique a sua resposta a partir dos dados de estudos de concordância de gêmeos apresentados pelo geneticista Eli Vieira. Segundo Eli Vieira, a concordância entre os gêmeos monozigóticos é de 47% dos casos. Entre irmãos dizigóticos, 13% dos casos. Dessa forma, é possível concluir que a homossexualidade é uma característica multifatorial, ou seja, é determinada por fatores genéticos e ambientais.

SENTIR ATRAÇÃO POR HOMENS OU MULHERES
ESTÁ NO DNA?

E VOCÊ, O QUE ACHA?
 Use **#estanoDNA** ou **#naoestanoDNA**
 e manifeste a sua opinião.   

PARA SABER A RESPOSTA, ACESSE:
<http://genoma.ib.usp.br>








Figura 3.
 Cartaz do projeto Semear Ciência da série “Está no DNA?” <http://genoma.ib.usp.br/educacao-e-difusao/nossos-projetos/semear-ciencia>.

REFERÊNCIAS

MAZUR, E. *Peer Instruction: A User’s Manual*. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

TIDON R. Gene, Organismo e Ambiente. *Genética na Escola*, Vol. 1, n.2, p. 41-44, 2006.