

Validação de uma sequência didática sobre as diferentes relações entre variáveis em fisiologia

Beatriz Busin¹
Carolina Moraes Martins de Barros²
Maíra Batistoni e Silva³

Resumo: Os conceitos de correlação e causalidade são de extrema importância para o entendimento de conteúdos da fisiologia, porém, grande parte dos alunos da graduação enfrentam dificuldade para diferenciá-los. O objetivo deste trabalho é desenvolver e validar uma sequência didática que aborde a diferença entre correlação e causalidade. Para elaborá-la, utilizamos a temática da microbiota, por se tratar de um tema atual, presente no dia a dia dos alunos e que é afetado por várias variáveis, estabelecendo diferentes relações com cada uma delas. A SD foi validada em uma aplicação piloto e posteriormente por professores do ensino superior através de um questionário. As críticas contribuíram para alterações na SD que, em geral, teve avaliação positiva, principalmente em relação à temática e às estratégias utilizadas.

Palavras chave: microbiota, correlação, causalidade, graduação, validação

- 1 Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo - USP, beatriz.busin.campos@usp.br;
- 2 Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo - USP, carolina.moraes.barros@usp.br;
- 3 Profa. Dra. do Departamento de Fisiologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - USP, mbatistoni@usp.br.

Introdução

A microbiota é um tema bastante atual, havendo inúmeras pesquisas se aprofundando em sua função no corpo humano e características ou hábitos que podem alterá-la. Além dessa relevância fisiológica, uma vez que é um tema articulado com questões de saúde, torna-se bastante transversal para ser abordado em aulas, possibilitando a articulação com diferentes conteúdos ligados aos sistemas do organismo ou ao cotidiano dos alunos.

A alfabetização científica (AC) é considerada atualmente um dos objetivos do ensino de ciências, ao possibilitar a formação de alunas e alunos críticos e autônomos, com capacidade de compreensão dos conceitos e linguagens científicas, os processos existentes no “fazer ciência” e seus efeitos na sociedade. As habilidades desenvolvidas pelos alunos na AC são estruturadas em três eixos (Sasseron & Carvalho, 2011). A conceitualização de microbiota e seus efeitos no organismo insere-se no primeiro eixo estruturante da AC, uma vez que os estudantes trabalharão com o uso desses termos, seus significados e funções. O segundo eixo estruturante da AC também pode ser contemplado ao trabalhar com essa temática, já que as diferentes variáveis relacionadas com a composição de uma microbiota estimulam a discussão sobre correlação e causalidade, articulando com os procedimentos realizados para inferência destas relações. O terceiro eixo da AC também pode ser tratado pois, no processo de compreensão do que é uma microbiota saudável, as alunas e alunos podem estabelecer relações criticamente com seus próprios hábitos de saúde, além de estarem mais aptos a analisarem informações sobre a temática que encontrem na mídia, algo comum recentemente.

Em artigo publicado em 2016, Falony et. al. analisou dados secundários, provenientes de um projeto denominado The Flemish Gut Project, a partir de seus resultados, constatou que há maior correlação da composição da microbiota com fatores como medicação, parâmetros sanguíneos, características antropométricas, dieta, estilo de vida e hábitos intestinais, entre outros, como agentes de alterações na microbiota. No entanto, os fatores analisados no estudo correspondem a apenas 16,4% das variações, existindo diversos outros por ora desconhecidos. Esse grande número de variáveis associadas e ainda o pouco conhecimento que possuímos sobre como atuam na composição da microbiota humana constituem um contexto didático propício para desenvolver os conceitos de correlação e causalidade com os alunos.

Michael (2007) investigou o que torna a fisiologia difícil de ser aprendida na graduação e concluiu que o fato da fisiologia requisitar um raciocínio causal para ser entendida é uma das maiores dificuldades dos alunos. Tal artigo foi replicado em 2019 por Slominski, Grindberg & Momsen, que chegaram no mesmo resultado do estudo anterior. Portanto, além de ser importante tratar sobre a microbiota em aula por ser um assunto atual, com muitas possibilidades de futuros estudos e que dialoga com questões do cotidiano e saúde dos estudantes, tal assunto fornece contexto para se trabalhar uma habilidade que facilitaria a compreensão da análise de variáveis durante a aprendizagem de fisiologia.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar uma sequência didática, para estudantes da graduação, com objetivo de que compreendessem a distinção entre correlação e causalidade a partir da análise de dados sobre microbiota intestinal.

Para Guimarães e Giordan (2012) a validação é uma forma de garantir que o instrumento desenvolvido possui o desempenho que a sua aplicação requer e garante a confiabilidade de seus resultados. Segundo Artigue e Perrin Glorian (1991), a validação deve se basear na confrontação entre a análise a priori, baseada nos referenciais teóricos, e a análise a posteriori, referente aos resultados obtidos nos momentos de validação a priori e experimentação. Neste trabalho, utilizamos como forma de validação a posteriori um questionário de avaliação da SD, enviado para professores de graduação, e como experimentação uma aplicação piloto da SD.

Elaboração da Sequência Didática (SD)

A SD tem como público alvo alunos de cursos de graduação das áreas de ciências biológicas ou da saúde, em disciplinas de fisiologia, nutrição ou microbiologia. A SD foi pensada inicialmente com duração de duas horas e tem como objetivos de aprendizagem: 1-Desenvolver método de organização e análise de dados; 2- Compreender que há variação da microbiota em diferentes pessoas; 3- Identificar aspectos correlacionados à variação da microbiota; 4- Diferenciar correlação e causalidade; 5- Identificar as características de pesquisas científicas que resultam em modelos explicativos baseados em correlação e daquelas que resultam em modelos causais; 6- Corroborar ou descartar hipóteses explicativas a partir da leitura crítica de artigos científicos.

A SD está dividida em cinco atividades. Na Atividade 1, a docente deve contextualizar a temática da microbiota e apresentar o artigo Population-level

analysis of gut microbiome variation (Falony et al, 2016), cujos dados foram usados para elaborar o material com o qual os alunos irão trabalhar. Após essa introdução, a turma deve ser dividida em grupos que receberão um conjunto de cartas, sobre indivíduos de uma dada população, contendo os seguintes dados: sexo, porcentagem de gordura, consumo de fruta por semana, uso de antibiótico no último mês, hábito intestinal, consumo de café e a composição da microbiota. Analisando um conjunto específico de fichas (correspondente à uma das populações), os grupos devem discutir quais fatores se relacionam com a composição da microbiota dos indivíduos e quais não se relacionam. A atividade permitirá que os estudantes escolham o método de análise de dados que acharem melhor e compreendam que há variação da microbiota em diferentes pessoas.

Em seguida, na Atividade 2, a docente deve mediar uma discussão coletiva sobre quais fatores se relacionam ou não à composição da microbiota, perguntando como os grupos chegaram a suas conclusões e como se dá a relação entre o fator analisado e a microbiota. Nesse momento, também pode-se destacar as diferentes formas de análise que foram usadas pelos grupos. Para fechar essa discussão, a docente deve sintetizar o que foi discutido para evidenciar os aspectos correlacionados à variação da microbiota e a diferença entre causalidade e correlação.

Feita essa discussão, na Atividade 3, cada estudante deverá ter acesso aos resumos dos artigos *Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate* (Fukuda et al., 2011) e *Incomplete recovery and individualized responses of the human distal gut microbiota to repeated antibiotic perturbation* (Dethlefsen & Relman, 2011). Após a leitura, os estudantes deverão: i. identificar a conclusão dos trabalhos, ii. analisar se a conclusão estabelece uma correlação ou uma causalidade entre as variáveis, e iii. justificar porque foi possível chegar em tais relações. Recomenda-se que os estudantes discutam em pequenos grupos e elaborem respostas coletivas para a comanda da atividade. Em seguida, a docente deve mediar uma discussão coletiva, incentivando a participação oral dos estudantes. Essa atividade permitirá que os estudantes identifiquem as características de pesquisas científicas que resultam em modelos explicativos baseados em correlação e daquelas que resultam em modelos causais.

Para a Atividade 4, a docente deve retomar um dos achados do trabalho *Population-level analysis of gut microbiome variation* (Falony et al, 2016): o uso de medicamentos (incluindo antibióticos) é a variável com maior valor explicativo para a variação da diversidade da microbiota na amostra investigada. A docente deverá apresentar duas hipóteses explicativas para a relação

encontrada no trabalho: 1ª hipótese - os antibióticos matam bactérias e, por isso, há uma diminuição da diversidade da microbiota em indivíduos que utilizam esse tipo de medicação; 2ª hipótese - indivíduos que têm uma microbiota muito diversa têm mais chances de ter no organismo certas bactérias que protegem de doenças e, por causa dessas bactérias, necessitam de menor uso de antibióticos. Em seguida, deve-se perguntar aos estudantes se algum dos artigos lidos na Atividade 3 desta SD pode ajudar na escolha da melhor hipótese. A leitura do artigo permitirá que os alunos exercitem uma análise crítica para selecionar os dados que utilizarão para sustentar suas conclusões.

Validação da SD

Após o desenvolvimento da sequência didática, a validamos de duas formas. Primeiro, fizemos uma aplicação piloto e, posteriormente, após alguns ajustes, professores de graduação a avaliaram por meio de um questionário.

Aplicação Piloto

Realizamos a aplicação piloto em uma disciplina de fisiologia do quarto semestre de um curso de graduação em Ciências Biológicas de uma universidade pública de São Paulo. Durante a aplicação, observamos como as alunas e alunos se engajaram nas atividades da SD, prestando atenção no uso dos materiais didáticos, na participação dos estudantes e nas discussões feitas nos grupos. Posteriormente, em um momento de reflexão, chegamos em pontos que foram positivos e pontos que poderiam ser melhorados.

Como positivo, vimos que os estudantes se engajaram no uso dos conjuntos de cartas e que os grupos desenvolveram diferentes formas de organizar e analisar os dados contidos nessas cartas. Também houve uma boa participação do grupo na discussão dos artigos resumidos, de tal forma que percebemos que os alunos foram capazes de identificar as características de pesquisas científicas que resultam em modelos explicativos baseados em correlação e daquelas que resultam em modelos causais e corroborar ou descartar hipóteses explicativas a partir da leitura crítica de artigos científicos.

Como pontos a melhorar, percebemos que as cartas precisavam de alguns ajustes para que a relação entre a variável consumo de café e a microbiota ficasse mais explícita, então alteramos o padrão de consumo de café de alguns dos indivíduos. Também percebemos que a SD ficou sem um

fechamento adequado e que não houve uma forma de avaliar se os estudantes realmente entenderam a diferença entre correlação e causalidade. Portanto, decidimos acrescentar uma última atividade, a Atividade 5, na qual os estudantes recebem dois trechos adaptados de textos de divulgação científica, o primeiro deles estabelece uma correlação entre a composição da microbiota e o câncer colorretal, já o segundo estabelece, equivocadamente, uma relação de causalidade entre a microbiota e a obesidade. Após ler os trechos, os estudantes devem analisar se os textos de divulgação utilizam corretamente os conceitos de correlação e causalidade, registrando e justificando suas conclusões para serem entregues para a docente. Posteriormente os grupos devem compartilhar suas conclusões com toda a turma, em discussão mediada pela docente.

Avaliação por professores

A avaliação da sequência didática por professores foi feita através de um questionário elaborado na plataforma Google Forms. O questionário continha perguntas sobre a formação e atuação profissional dos respondentes, sobre a adequação dos recursos didáticos (conjunto de cartas, artigos científicos adaptados e materiais de divulgação científica) utilizados no desenvolvimento da SD, sobre a adequação do tempo sugerido e dos conceitos abordados e sobre o quanto consideravam que os objetivos propostos tinham sido cumpridos pela SD. As perguntas referentes a SD foram feitas em escala Likert, na qual os respondentes podiam escolher entre 1) discordo totalmente; 2) discordo parcialmente; 3) indiferente; 4) concordo parcialmente; 5) concordo totalmente. Foram também disponibilizados espaços nos quais os respondentes contribuíram com análises abertas.

Para que os participantes da pesquisa conseguissem responder o questionário de forma satisfatória, disponibilizamos documentos com a SD, o conjunto de cartas na íntegra, os artigos científicos adaptados e os textos de divulgação, além de, no próprio questionário, inserirmos um resumo de cada uma das atividades propostas.

O questionário foi enviado para ser respondido por professores universitários da graduação que lecionam em cursos com temas relacionados à fisiologia. Obtivemos 8 respostas, dos quais 5 respondentes eram do gênero feminino e 3 do gênero masculino. Quanto a área de formação, 4 formaram-se em Ciências Biológicas, 2 em Ciências Biomédicas e 1 em Zootecnia. Todos os participantes tinham como nível de formação o pós-doutorado.

Profissionalmente, 6 atuam em universidades públicas estaduais, 1 em universidade pública federal e 1 em universidade privada; todos atuam em cursos das áreas de ciências, sendo que alguns participantes são professores em mais de um curso. As áreas de atuação dos respondentes se concentravam na fisiologia, em diferentes especificidades, mas também biologia molecular, farmacologia e ensino. Além disso, o tempo de atuação como professores universitários variou entre 6 e 50 anos.

Após encerrar o recebimento de respostas para o questionário de avaliação, foi feita uma análise sobre os pontos levantados pelos respondentes e, em seguida, as sugestões consideradas pertinentes foram adicionadas na sequência didática.

Os objetivos propostos pela SD receberam, majoritariamente, respostas positivas, sendo todos considerados possíveis de serem atingidos através das atividades propostas. Portanto, todos foram mantidos sem alterações.

Em relação à adequação dos materiais, o conjunto de cartas recebeu críticas pela forma como as populações foram separadas, dando ênfase às populações europeias, porém, como utilizamos dados reais oriundos de pesquisas publicadas, não tivemos outras opções de populações, portanto mantivemos como originalmente. Além disso, os artigos adaptados também receberam críticas por serem em inglês, dificultando o entendimento para alguns alunos. Consideramos a leitura em inglês uma experiência importante para os alunos, porém reconhecemos que em algumas situações a língua inglesa poderia ser um impeditivo para a realização da SD. Portanto, decidimos produzir um material traduzido e deixar as duas opções disponíveis, para que o professor decida qual deles se adequa melhor ao contexto de sua turma.

A adequação do tempo foi muito comentada pelos respondentes, sendo para alguns uma preocupação. Acolhemos as sugestões dos respondentes e aumentamos o tempo de duração da SD para 4 horas. Porém, é importante ressaltar que fornecemos uma sugestão do tempo que consideramos necessário, mas que pode ser adaptado por cada docente, dependendo da realidade de sua turma e da disponibilidade de tempo no programa da disciplina.

As atividades usadas, que envolvem análise de dados e análise crítica de textos, foram bem vistas pelos respondentes, pois consideram que estas estratégias propiciam às alunas e alunos trabalharem habilidades importantes para o desenvolvimento do saber científico, como destacado por um dos professores: "Os alunos vão trabalhar ao mesmo tempo com enriquecimento

de conteúdo e análise da obtenção dos mesmos. Creio que seria uma experiência bastante válida”.

Por último, a temática escolhida também foi bem avaliada, por considerarem que é relevante dentre as temáticas da fisiologia, sendo possível de ser aplicada também para estudantes da área de saúde ou para disciplinas de microbiologia. No entanto, alguns dos respondentes ponderaram sobre a precisão conceitual da SD, uma vez que a área de estudo de microbiota ainda está em desenvolvimento, sem tantos conhecimentos consolidados; desta forma, consideramos necessário que seja feita uma mediação docente levando em conta estes fatores, como apontado em uma das respostas: “Este é um campo em desenvolvimento. As bases do conhecimento estão sendo estabelecidas. Trabalhando com docentes que entendam esta questão, poderia ser enriquecedor, mas caso contrário, haveria a tendência de criar “verdades” a partir de hipóteses ou teorias [ainda não legitimadas na área]”.

Considerações finais

A validação de uma SD pode ser feita em diferentes etapas. A decisão por realizar uma aplicação piloto e um questionário de avaliação se deu porque acreditamos que avaliam diferentes aspectos da SD, de maneiras complementares, contribuindo para que sejam realizadas as adaptações necessárias para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados.

Tanto a aplicação piloto quanto a avaliação por questionário geraram dados importantes para a validação e adequação da SD. A análise a posteriori feita a partir dessas duas etapas de validação nos permitiu fazer ajustes nos materiais didáticos utilizados, no tempo disponível e na quantidade de atividades da SD. Também nos permitiu avaliar a relevância da temática abordada, a adequação das estratégias e a precisão conceitual das atividades. Porém, um diferencial entre as duas etapas foi que a aplicação piloto nos forneceu dados referentes a um contexto específico, o que foi fundamental para fazermos ajustes para uma futura aplicação com coleta de dados para uma questão de pesquisa. Já a avaliação por professores nos forneceu dados que ampliam a aplicação da SD para diferentes contextos, tornando-a mais inclusiva.

Agradecimentos e Apoios

Agradecemos às docentes e aos estudantes da disciplina na qual o piloto da SD foi aplicado, aos respondentes do questionário de avaliação e ao CNPQ pelo auxílio financeiro.

Referências

ARTIGUE, M.; PERRIN GLORIAN, M. J. Didactic engineering, research and development tool: some theoretical problems linked to this duality. **For the Learning of Mathematics**, V. 11, n. 1, 1991, p. 13-18.

DETHLEFSEN, L.; RELMAN, D. A. Incomplete recovery and individualized responses of the human distal gut microbiota to repeated antibiotic perturbation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, V. 108(Supplement 1), 2011, p. 4554-4561.

FALONY, G. et al. Population-level analysis of gut microbiome variation. **Science**, 352(6285), 2016, p. 560-564.

FUKUDA, S. et al. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. **Nature**, V. 469(7331), 2011, p. 543-547.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012, Campinas.

MICHAEL, J. What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. **Advances in Physiology Education**, V. 31(1), 2007, p. 34-40.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, V. 17(1), 2011, p. 97-114.

SLOMINSKI, T.; GRINDBERG, S.; MOMSEN, J. Physiology is hard: a replication study of students' perceived learning difficulties. **Advances in physiology education**, V. 43(2), 2019, p. 121-127.