

iACG – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA: VISÃO GERAL DA COMPREENSÃO DE EGRESSOS DO ENSINO MÉDIO

Dayane Sousa Araujo ¹
Marcelo Soares dos Santos ²

INTRODUÇÃO

A genética apresenta como ponto fundamental o entendimento da transmissão das características hereditárias ao longo das gerações, assim como seus diversos desdobramentos, sejam eles evolutivos, ecológicos, biotecnológicos etc. Assim, a compreensão dos conceitos fundamentais da genética assume um papel ainda mais preponderante (LITTLE, KOEHLI, GUNTER, 2022). No contexto educacional, esses conceitos centrais fazem parte do currículo obrigatório do ensino médio. Contudo, os estudantes frequentemente apresentam um entendimento inconsistente e conceituações equivocadas ou mesmo não-válidas do ponto de vista estritamente científico (CHAPMAN et al., 2019).

Entre as diversas maneiras de avaliar o entendimento dos alunos acerca da compreensão sobre determinada área/tema, a construção de instrumentos de avaliação se constitui em uma ferramenta de diagnóstico importante, proporcionando uma avaliação de maneira clara, eficiente e objetiva (PEGGY, MARY, 2012).

REFERENCIAL TEÓRICO

Na última década os Instrumentos de Avaliação foram extensivamente utilizados para a avaliação da compreensão de alunos sobre conceitos de cunho científico, pois, além de garantir confiabilidade e segurança dos dados, são ferramentas de fácil aplicação (SMITH, WOOD, 2016).

Instrumentos como o MATE - *Measure of Acceptance of the Theory of Evolution* (RUTLEDGE, WARDEN, 1999), que mede a aceitação de conceitos relacionados à teoria da evolução, e o VNOS - *Views of Nature of Science* (LEDERMAN et al., 2002) que avalia a compreensão do aluno, no contexto de graduação, sobre a natureza da ciência,

¹ Graduado do Curso de Ciências Naturais / Biologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, dayanearaujo.drf@gmail.com;

² Doutor em Genética e Biologia Molecular(UFPA), Professor da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, ms.santos@ufma.com.br.

demonstraram grande potencial na avaliação do entendimento de professores de biologia do ensino médio e posteriormente com estudantes universitários (RUTLEDGE, SADLER, 2007). Além destes, o VOSI - *Views of Scientific Inquiry* (SCHWARTZ, LEDERMAN, LEDERMAN, 2008), o VASI - *Views about Scientific Inquiry* (LENDERMAN et al., 2013) e o SUSSI - *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry* criado por Liang, et al. (2008), são instrumentos amplamente utilizados e direcionados à compreensão dos aspectos relacionados à investigação científica.

Frente a isto, este estudo visa desenvolver e aplicar um instrumento de avaliação sobre conceitos fundamentais em genética, com o objetivo de avaliar o nível de compreensão dos estudantes recém-ingressantes no ensino superior.

METODOLOGIA

O instrumento de avaliação educacional, intitulado *Instrumento de Avaliação das Compreensões dos Conceitos Básicos sobre Genética – iACG*, foi desenvolvido a partir da estrutura apresentada pelo instrumento SUSSI e sendo fundamentado em três dimensões: (i) Dimensão Teórica: a escolha dos temas retratados foi orientada pela BNCC - Base Nacional Comum Curricular, MEC (BRASIL, 2017), e alinhados com o conteúdo presente em livros didáticos adotados pelo PNLD - Programa Nacional do Livro e do Material Didático (LEAL, BARBOSA, 2016). (ii) Dimensão Estrutural e Métodos de Avaliação: foram estabelecidas 6 seções: 1- Conceito de Hereditariedade; 2- Processo de Transmissão de Características; 3- Gene; 4- Cromossomos; 5- Manipulação do DNA e 6- Genética e Saúde. Cada seção foi composta por quatro premissas que podiam apresentar informações verdadeiras ou falsas e assinaladas de acordo com seu grau de concordância através da escala de Likert (LIKERT, 1932). No final de cada seção apresentava-se uma questão aberta e de caráter discursivo, sobre o tema trabalhado (LIANG et al., 2008). (iii) Dimensão de Validação e Análise: A validação do instrumento foi realizada através do cálculo do Coeficiente α de Cronbach (CRONBACH, 1951) e do índice *Composite Reliability* – CR (FORNELL, LARCKER, 1981).

O caráter quantitativo deste instrumento foi avaliado através de categorias de porcentagem de acerto: entre 0 – 69% representa uma compreensão inadequada e 70 – 100% são considerados compreensão adequada. A análise qualitativa do conteúdo textual, foi realizada através do software IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*) (RATINAUD, 2008), usando as

técnicas de Nuvem de Palavras, conforme Camargo e Justo (2013), e a técnica de Classificação Hierárquica Descendente – CHD, segundo Reinert (1983).

O instrumento iACG foi aplicado em formato impresso para 124 estudantes ingressantes da Universidade Federal do Maranhão (UFMA - Imperatriz-Ma), cujo não cursaram conteúdo ou disciplina de genética no ensino superior. Todos os discentes envolvidos tiveram acesso e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na etapa de validação ($\alpha = 0,79$ e $CR = 0,75$) indicam que este instrumento apresenta um alto grau de confiabilidade e de coesão interna, como um todo e em cada uma de suas partes constituintes. Esta condição denota que o instrumento produzido é eficaz para a realização da avaliação a que se propõe (STREINER, 2003).

A média geral de respostas corretas obtidas foi de apenas 58,33%, com os respondentes apresentando uma compreensão que pode ser considerada inadequada acerca dos princípios fundamentais da genética. Todas as seções apresentaram pontuações gerais abaixo do ponto de corte de 70%, sendo pela ordem decrescente: “Cromossomos” (65,75%); “Transmissão das Características” (65,50%); “Hereditariedade” (60,75%); “Genes” (56,00%); “Genética e Saúde” (51,75%) e “Manipulação do DNA” (50,25%).

As seções, “Manipulação do DNA” e “Genética e Saúde”, além de mostrarem o menor desempenho geral, também apresentaram as maiores porcentagens para a categoria de “Incerto/Não Sei” (19,25% e 17,50%, respectivamente). Apesar de frequentemente tratados pela mídia em geral, estes temas são considerados mais complexos uma vez que dependem da mobilização e da integração de conceitos genéticos fundamentais complementares (GERICKE, WAHLBERG, 2013).

Em uma análise geral, o desempenho dos respondentes demonstra um entendimento fragmentado, pouco contextualizado e sem o estabelecimento de conexões entre conceitos fundamentais, requerimentos essenciais para uma compreensão ampla da aplicabilidade e das potencialidades do conhecimento genético. Por sua vez, a análise qualitativa evidenciou uma compreensão baseada apenas na exposição pontual de alguns elementos superficialmente relacionados aos conceitos abordados, sem, contudo, conseguir mostrar qualquer sinal da integração desses elementos. Estas argumentações foram baseadas na utilização de 62,4% de palavras consideradas inespecíficas, vagas e genéricas, não transmitindo um significado suficientemente claro, e não agregando

conteúdo ou contexto. A análise das principais ideias transmitidas não evidenciou a existência de uma relação concreta e direta entre os argumentos utilizados nos *corpus* textuais desenvolvidos e a compreensão mínima requerida pelos questionamentos.

Inúmeros estudos de mesma natureza apresentaram achados semelhantes aos aqui relatados, evidenciando uma baixa compreensão acerca dos conceitos em genética (), com um entendimento fragmentado e desconectado e uma dificuldade significativa em explicar as inter-relações entre conceitos (TABER, WINTERBOTTOM, 2016).

Além de questões estruturais relacionadas à educação, fatores como o nível de domínio ou a familiaridade dos professores sobre esses conceitos (RUSMANA et al., 2021), a existência de um “pré-entendimento” equivocado sobre processos genéticos (DAR-NIMROD et al., 2021), o nível de interesse sobre o assunto, bem como pontos de vista influenciados por questões de cunho não-científico (CARVER et al., 2017) podem também desempenhar um papel preponderante para uma baixa compreensão dos conceitos fundamentais da genética.

Uma concepção inadequada dos fundamentos da genética pode aumentar significativamente a perspectiva e inviabilizar o entendimento de conceitos mais complexos (LITTLE, KOEHLI, GUNTER 2022). Considera-se ainda que sem uma compreensão mínima adequada sobre a genética e suas implicações, há o *r/isco* significativo da propagação de desinformação, o que pode trazer reflexos negativos sobre a análise crítica e a tomada de decisão em questões importantes à sociedade, como por exemplo a necessidade de estabelecer-se políticas públicas voltadas a utilização da biotecnologia em áreas como a conservação da natureza, a medicina e a produção agropecuária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo nos proporcionou uma ideia acerca da compreensão de alunos recém-ingressantes ao ensino superior têm acerca dos conceitos fundamentais da genética e, mesmo considerando que as fragilidades expostas aqui possuam uma origem complexa e multifatorial, nossas análises indicam que o instrumento iACG, a exemplo de outros instrumentos (MELCHIOR, BEYREUTHER, TEICHMANN, 2024) pode se constituir em uma ferramenta apropriada e eficiente para este tipo de avaliação, fornecendo dados que servem de base para a compreensão de situações-problema bem como para adoção de estratégias investigativas que visem compreensão e a mitigação da problemática aqui apontada.

Palavras-chave: Educação; Genética; Instrumento de Avaliação.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. A Systematic Review of Studies about Conceptions on the Nature of Science in Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 621–659, 31 ago. 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base**. 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

CARVER, R. B. et al. Young adults' belief in genetic determinism, and knowledge and attitudes towards modern genetics and genomics: The PUGGS questionnaire. **PLoS one**, v. 12, n. 1, p. 1-24, 2017.

CHAPMAN, R. et al. New literacy challenge for the twenty-first century: genetic knowledge is poor even among well educated. **Journal of community genetics**, v. 10, n. 1, p. 73–84, 2019.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1951.

DAR-NIMROD, I. et al. Genetic knowledge within a national Australian sample: Comparisons with other diverse populations. **Public health genomics**, v. 21, n. 3–4, p. 133–143, 2018.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **JMR, Journal of marketing research**, v. 18, n. 1, p. 39, 1981.

GERICKE, N.; WAHLBERG, S. Clusters of concepts in molecular genetics: a study of Swedish upper secondary science students understanding. **Journal of biological education**, v. 47, n. 2, p. 73–83, 2013.

GORMALLY, C.; BRICKMAN, P.; LUTZ, M. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. **CBE—Life Sciences Education**, v. 11, n. 4, p. 364–377, dez. 2012.

LEAL, C. A.; BARBOSA, J. V. A genética e seus conteúdos estruturantes na investigação de livros do PNLD 2015. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, p. 66–91, 2016.

LEDERMAN, J. S. et al. Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry-The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 1, p. 65–83, 5 nov. 2013.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497–521, 2002.

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. All in the genes? — young people's understanding of the nature of genes. **Journal of biological education**, v. 34, n. 2, p. 74–79, 2000.

LIANG, L. L. et al. Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: a dual-response instrument. **Asia-Pacific forum on Science and teaching**, n. 9, p.1, 2008.

LITTLE, I. D.; KOEHLI, L. M.; GUNTER, C. Understanding changes in genetic literacy over time and in genetic research participants. **The American Journal of Human Genetics**, v. 109, n. 12, p. 2141–2151, 2022.

LITTLE, I. D.; KOEHLI, L. M.; GUNTER, C. **Understanding changes in genetic literacy over time and in genetic research participants**. 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1101/2022.09.12.507568>>, Acesso em: 12 junho de 2024.

MELCHIOR, F., BEYREUTHER, K., TEICHMANN, B. Translation, validation, and comparison of genetic knowledge scales in Greek and German. **Frontiers in Genetics**, v. 15, 2024.

OLIVEIRA, A. DA S. et al. Fatos e fake news: conhecimento de estudantes de Enfermagem frente à pandemia da COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. 1-10, 2021.

RAMSDEN, A.; BATE, A. **Using word clouds in teaching and learning**. University of Bath. Retrieved December, v. 18, 2008.

RATINAUD, P. **Iramuteq**: Interface de R pour les analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires. 2009. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org>>. Acesso em: 20 may. 2024.

REINERT, M. Une méthode de classification descendante hiérarchique: application à l'analyse lexicale par contexte. **Les cahiers de l'analyse des données**, v. 8, n. 2, p. 187–198, 1983.

RUSMANA, A. N.; RACHMATULLAH, A.; NURAENI, E.; HA, M. The Genetics Conceptual Understanding of Indonesian and United States Undergraduate Biology Students, **Asia-Pacific. Science Education**, v. 7, n. 1, p. 197-225. Fev. 2021.

RUTLEDGE, M. L.; SADLER, K. C. Reliability of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution (MATE) Instrument with University Students. **The American Biology Teacher**, v. 69, n. 6, p. 332–335, 1 ago. 2007.

RUTLEDGE, M. L.; WARDEN, M. A. The development and validation of the Measure of acceptance of the theory of evolution instrument. **School science and mathematics**, v. 99, n. 1, p. 13–18, 1999.

SCHWARTZ, R. S. **An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire**. Em: **Paper presented at the international conference o SCHWARTZ**. Baltimore, MD; Baltimore, MD. 2008.

SMITH, M. U.; SNYDER, S. W.; DEVEREAUX, R. S. The GAENE—Generalized Acceptance of Evolution Evaluation: Development of a new measure of evolution acceptance. **Journal of research in science teaching**, v. 53, n. 9, p. 1289–1315, 2016.

STREINER, D. L. Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. **Journal of personality assessment**, v. 80, n. 1, p. 99–103, 2003.

TABER, D.; WINTERBOTTOM, A. A Cross-National Study of Students' Understanding of Genetics Concepts: Implications from Similarities and Differences in England and Turkey. **Education Research International**, p. 1-14. 2016.