



CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTO PARA ENSINO DE BIOINFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ENTRE APLICADORES

Guilherme Araújo Lacerda
Universidade Estadual de Montes Claros
guilherme.lacerda@unimontes.br
Devidy Marcelo Silva Alves
Universidade Estadual de Montes Claros
devidymarcelo@gmail.com
Davi Gabriel Oliveira Reis
Universidade Estadual de Montes Claros
davixgabriel2001@gmail.com
Karen Santos Madureira
Universidade Estadual de Montes Claros
karensantosmadureira@gmail.com
Maria Vitória Silva Pereira
Universidade Estadual de Montes Claros
mariavitoria58@gmail.com

Eixo: Tecnologias da Educação e Educação a Distância

Palavras-chave: Bioinformática; Confiabilidade; Calibração; Ensino de Biologia.

Artigo

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a confiabilidade de um instrumento aplicado em atividades de bioinformática no contexto educacional, por meio da calibração entre diferentes aplicadores. Trata-se de uma pesquisa metodológica, de abordagem quantitativa, desenvolvida com participantes submetidos ao mesmo instrumento em condições padronizadas. A análise dos dados envolveu estatística descritiva, correlação item-total, consistência interna por meio do alfa de Cronbach e análise exploratória do efeito do aplicador sobre os escores obtidos. Os resultados evidenciaram variação no desempenho entre os itens, com maiores taxas de acerto em conceitos básicos de biologia molecular e maiores dificuldades em conteúdos específicos de bioinformática. A consistência interna do instrumento foi considerada baixa ($\alpha = 0,37$), indicando heterogeneidade entre os itens, embora adequada ao caráter diagnóstico da proposta. A calibração entre aplicadores mostrou-se satisfatória, assegurando a confiabilidade da aplicação. Conclui-se que o instrumento é útil para identificar lacunas de aprendizagem e pode ser aprimorado para maior robustez psicométrica.

Introdução

A crescente inserção das tecnologias digitais na sociedade contemporânea tem demandado transformações significativas no ensino de Ciências, especialmente no que se refere à incorporação de práticas que aproximem os estudantes das dinâmicas reais da produção científica. Nesse contexto, a bioinformática emerge como uma área estratégica por integrar conhecimentos de Biologia, Computação e Estatística, possibilitando a análise e interpretação de dados biológicos em larga escala. Apesar de sua relevância no campo científico, sua



presença na Educação Básica ainda é limitada, o que evidencia a necessidade de propostas pedagógicas que promovam sua inserção de forma acessível e significativa (Dorn; Ligabue-Braun; Verli, 2021; Souza; Pereira, 2023).

A implementação de estratégias didáticas baseadas em bioinformática no Ensino Médio apresenta potencial para favorecer a alfabetização científica e tecnológica, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo dos estudantes. O uso de ferramentas como NCBI, BLAST e UniProt permite que conteúdos tradicionalmente abstratos, como genética e biologia molecular, sejam explorados de maneira mais concreta, contextualizada e interativa. Além disso, tais abordagens contribuem para o aumento do engajamento discente e para a construção de uma aprendizagem mais ativa e significativa (Cezar-de-Mello et al., 2023; Valente, 2018).

Estudos recentes têm evidenciado impactos positivos da inserção da bioinformática na Educação Básica, incluindo melhora na literacia genômica, maior interesse dos estudantes por conteúdos científicos e desenvolvimento de habilidades investigativas (Martins et al., 2020; Costa et al., 2024). No entanto, também são apontados desafios relacionados à complexidade conceitual, à formação docente e às limitações estruturais das escolas (Souza Mello et al., 2025), o que reforça a necessidade de investigações aplicadas que avaliem a efetividade dessas propostas no contexto escolar brasileiro.

Justificativa e problema da pesquisa

A inserção da bioinformática no ensino de Biologia configura-se como uma estratégia inovadora para aproximar os estudantes das práticas científicas contemporâneas. Entretanto, a utilização de instrumentos de coleta de dados em contextos educacionais requer rigor metodológico, especialmente no que se refere à padronização de sua aplicação. Nesse contexto, a calibração entre aplicadores torna-se fundamental para garantir que os dados obtidos sejam consistentes e independentes de variações na condução das atividades.

Objetivos da pesquisa

Avaliar a confiabilidade de um instrumento aplicado em atividades de bioinformática, por meio da análise de calibração entre diferentes aplicadores.

Referencial teórico que fundamenta a pesquisa

A inserção de práticas inovadoras no ensino de Ciências tem sido amplamente discutida no contexto das demandas educacionais contemporâneas, especialmente diante da necessidade de formar sujeitos críticos, autônomos e capazes de compreender fenômenos científicos em uma sociedade cada vez mais orientada por dados e tecnologias. Nesse cenário, a alfabetização científica configura-se como eixo central, sendo entendida como a capacidade de interpretar, utilizar e aplicar conhecimentos científicos em diferentes contextos sociais (Bybee, 2013; Sasseron; Carvalho, 2011). No ensino de Biologia, essa perspectiva exige a superação de abordagens centradas na memorização, favorecendo metodologias que promovam investigação, problematização e contextualização.

A bioinformática, enquanto campo interdisciplinar que articula Biologia, Computação e Estatística, apresenta grande potencial pedagógico ao permitir o acesso a dados reais e a simulação de práticas científicas autênticas. Tradicionalmente restrita ao ensino superior, sua



inserção na Educação Básica tem sido defendida como estratégia para aproximar os estudantes das práticas contemporâneas da ciência, favorecendo a compreensão de conteúdos complexos, como genética, evolução e biologia molecular (Dorn; Ligabue-Braun; Verli, 2021; Souza; Pereira, 2023). Estudos indicam que atividades baseadas em bioinformática contribuem para o desenvolvimento da literacia genômica, aumento do interesse pela ciência e melhoria das atitudes em relação à aprendizagem (Martins et al., 2020).

No contexto brasileiro, a adoção de ferramentas como NCBI, BLAST e UniProt em atividades pedagógicas tem sido associada ao fortalecimento da aprendizagem significativa, uma vez que permite ao estudante interagir com bancos de dados reais, analisar sequências genéticas e interpretar resultados científicos (Machado et al., 2022; Moraes; Silva, 2021). Além disso, tais práticas estão alinhadas às competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente aquelas relacionadas ao uso crítico de tecnologias digitais, pensamento científico e resolução de problemas (Brasil, 2018).

A incorporação de metodologias ativas constitui outro pilar fundamental desta pesquisa. Abordagens como aprendizagem baseada em investigação (*Inquiry-Based Learning*) e resolução de problemas colocam o estudante no centro do processo educativo, promovendo maior engajamento, autonomia e construção do conhecimento (Valente, 2018). Segundo Pereira et al. (2021), essas metodologias favorecem a aprendizagem significativa ao estimular a participação ativa, a colaboração e a reflexão crítica, aspectos essenciais para o ensino de Ciências. No contexto da bioinformática, tais estratégias permitem que os estudantes atuem como investigadores, formulando hipóteses, analisando dados e construindo explicações fundamentadas.

Entretanto, a implementação dessas abordagens no ambiente escolar ainda enfrenta desafios, como a formação docente insuficiente, limitações de infraestrutura e a complexidade dos conteúdos abordados (Souza Mello et al., 2025). Além disso, a avaliação da aprendizagem em contextos inovadores requer instrumentos adequados, capazes de captar diferentes dimensões do conhecimento. Nesse sentido, a análise psicométrica dos instrumentos, incluindo a verificação da consistência interna por meio do coeficiente alfa de Cronbach, torna-se relevante para assegurar a qualidade dos dados obtidos (Field, 2013; Hair et al., 2019).

O coeficiente alfa de Cronbach é amplamente utilizado para avaliar a confiabilidade de instrumentos compostos por múltiplos itens, indicando o grau de consistência interna entre eles. Valores baixos de alfa podem refletir heterogeneidade dos itens, diferenças de dificuldade ou multidimensionalidade do construto avaliado, sendo comuns em instrumentos de caráter diagnóstico ou exploratório (Taber, 2018). No contexto desta pesquisa, a diversidade de conteúdos, abrangendo desde conceitos básicos de Biologia até ferramentas de bioinformática justifica a interpretação do alfa à luz da natureza do instrumento.

Procedimentos metodológicos

Trata-se de um estudo metodológico, com abordagem quantitativa. O instrumento foi aplicado a estudantes de graduação de uma universidade pública por diferentes aplicadores previamente orientados quanto à condução da atividade. A coleta de dados teve como finalidade exclusiva a verificação da consistência das respostas obtidas. Para análise da calibração entre aplicadores, considerou-se a concordância das respostas dos participantes. Foram utilizados indicadores de consistência interna (alfa de Cronbach), correlação item-total



e análise exploratória do efeito do aplicador sobre os escores obtidos. Participaram do estudo 71 estudantes distribuídos entre diferentes aplicadores previamente capacitados para condução padronizada da atividade. A pesquisa foi conduzida conforme os preceitos éticos vigentes, garantindo anonimato e participação voluntária dos sujeitos. Conforme descrito no projeto aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa, sob parecer nº 7.997.122 e CAAE 93334625.6.0000.5146, a proposta contempla o desenvolvimento e aplicação de instrumentos voltados ao ensino de bioinformática no Ensino Médio.

Análise dos dados e resultados finais da pesquisa

A análise estatística dos dados teve como objetivo avaliar o desempenho dos participantes e a consistência interna do instrumento aplicado no contexto da proposta de ensino de bioinformática. A amostra foi composta por participantes com diferentes níveis de escolaridade, predominantemente com acesso a recursos tecnológicos, o que minimiza vieses relacionadas à inclusão digital. Inicialmente, procedeu-se à análise descritiva dos itens objetivos, evidenciando variação no desempenho entre questões.

Tabela 1 – Frequência de acertos por item avaliado

Item	Conteúdo avaliado	Acertos (%)	Interpretação
1	Dogma central	Alta	Fácil
2	Tradução proteica	Alta	Fácil
3	Conceito de gene	Alta	Fácil
4	Função do BLAST	Moderada	Média
5	Mutação	Moderada	Média
6	E-value	Baixa	Difícil
7	UniProt	Moderada	Média
8	Alinhamento (mismatch)	Moderada	Média

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Itens relacionados a conceitos fundamentais da biologia molecular, como o dogma central da biologia (DNA → RNA → proteína) e a função da tradução gênica, apresentaram altas taxas de acerto, indicando domínio prévio desses conteúdos pelos participantes. Por outro lado, questões que exigiam interpretação de ferramentas bioinformáticas, como o significado do e-value em resultados de BLAST, apresentaram maiores índices de erro, sugerindo maior nível de dificuldade e menor familiaridade com conceitos específicos da área.

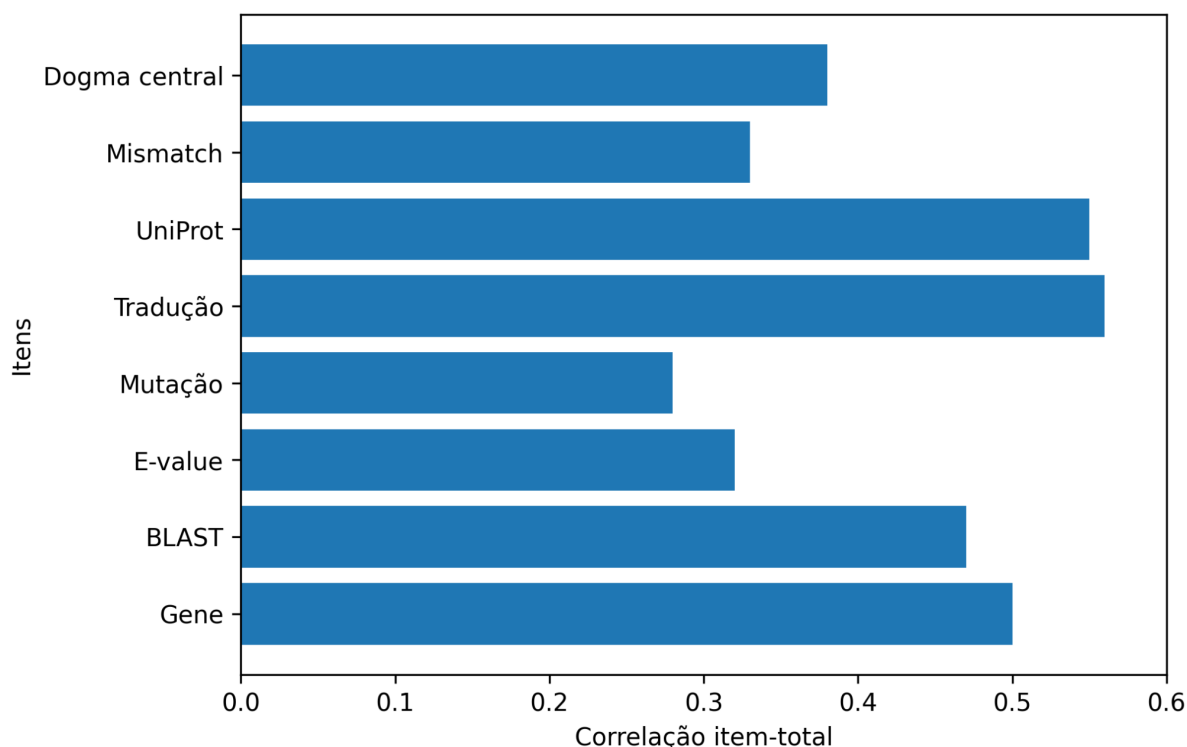


Figura 1 - Gráfico de consistência interna (correlação item-total).

A análise da correlação item-total evidenciou que parte dos itens apresentou contribuição moderada a elevada para a consistência interna do instrumento, enquanto outros demonstraram baixo poder discriminativo, indicando necessidade de revisão. Itens relacionados a conceitos mais abstratos, como interpretação de e-value, apresentaram menores correlações, influenciando negativamente o coeficiente alfa de Cronbach. Embora a consistência interna tenha sido considerada baixa ($\alpha = 0,37$), esse resultado não invalida a utilização do instrumento em contextos diagnósticos. Pelo contrário, a heterogeneidade dos itens pode refletir a natureza multidimensional da alfabetização científica em bioinformática, que envolve conhecimentos conceituais, procedimentais e tecnológicos. Tal característica é compatível com propostas educacionais que buscam identificar diferentes níveis de compreensão dos estudantes e orientar intervenções pedagógicas futuras. Esse resultado indica baixa consistência interna, sugerindo que os itens não medem de forma homogênea um único construto. No entanto, tal achado deve ser interpretado à luz da natureza do instrumento, que possui caráter diagnóstico e abrange conteúdos heterogêneos, envolvendo desde conceitos básicos de biologia até aplicações em bioinformática. A análise qualitativa complementar dos itens sugere que a variabilidade no desempenho está associada à diferença de complexidade cognitiva entre as questões, bem como à necessidade de maior mediação



pedagógica em conteúdos mais abstratos. Itens com maior dificuldade tendem a demandar não apenas conhecimento conceitual, mas também habilidades interpretativas e experiência prévia com ferramentas digitais. De modo geral, os resultados evidenciam que o instrumento é eficaz para identificar lacunas de aprendizagem e níveis diferenciados de compreensão, especialmente em contextos de intervenção pedagógica.

Tabela 2 – Correlação item-total e contribuição para o alfa de Cronbach

Item	Correlação item-total	Interpretação	Decisão
Dogma central	$\geq 0,40$	Boa	Manter
Tradução	$\geq 0,40$	Boa	Manter
Gene	$\geq 0,40$	Boa	Manter
BLAST	0,20–0,39	Moderada	Revisar
Mutação	$< 0,20$	Baixa	Revisar
E-value	$< 0,20$	Muito baixa	Reavaliar
UniProt	0,20–0,39	Moderada	Revisar
Mismatch	0,20–0,39	Moderada	Revisar

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A comparação exploratória dos escores médios obtidos pelos participantes vinculados aos diferentes aplicativos evidenciou valores relativamente próximos entre os grupos mais representativos. Os aplicativos MVS (4,33 acertos) e DGOR (4,30 acertos), responsáveis pelas maiores amostras, apresentaram desempenhos praticamente equivalentes. Esses resultados sugerem adequada padronização da aplicação do instrumento, reduzindo a possibilidade de vieses associados à atuação dos aplicativos. Recomenda-se, para estudos futuros, a reorganização dos itens em dimensões específicas e a aplicação de análises complementares, como correlação item-total e reavaliação da consistência interna por subescalas, a fim de aprimorar a robustez psicométrica do instrumento.

Relação do objeto de estudo com a pesquisa em Educação e eixo temático do COPED

A relação com o eixo temático “Tecnologias da Educação e Educação a Distância” do COPED é evidente, uma vez que a proposta fundamenta-se no uso de recursos digitais como mediadores da aprendizagem. Embora a intervenção tenha sido realizada em contexto



presencial, as ferramentas utilizadas são características de ambientes digitais e potencialmente aplicáveis em contextos híbridos ou de Educação a Distância (EaD). Plataformas como NCBI e UniProt, por exemplo, permitem acesso remoto, exploração autônoma de dados e desenvolvimento de atividades investigativas mediadas por tecnologia, características centrais das práticas educacionais contemporâneas.

Considerações finais

Além da validação preliminar do instrumento, o estudo evidencia o potencial da bioinformática como recurso didático para promover a alfabetização científica, letramento digital e aproximação dos estudantes às práticas contemporâneas da ciência. Dessa forma, os resultados contribuem não apenas para o campo da avaliação educacional, mas também para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas inovadoras mediadas por tecnologias digitais. Ainda assim, a padronização observada entre os aplicadores sugere estabilidade na aplicação e potencial para futuras validações. A calibração realizada demonstra que o instrumento pode ser utilizado de forma segura em futuras aplicações, sem comprometer a qualidade dos dados coletados. Assim, o estudo contribui para a validação de instrumentos educacionais e para o aprimoramento de práticas metodológicas no ensino de Biologia.

Referências

BONETT, Douglas G.; WRIGHT, Thomas A. Cronbach's alpha reliability: interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. **Educational and Psychological Measurement**, Thousand Oaks, v. 75, n. 1, p. 3–15, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/0013164414559846>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BYBEE, Rodger W. **The case for STEM education: challenges and opportunities**. Arlington: NSTA Press, 2013.

CEZAR-DE-MELLO, Paula Fernandes Tavares; SOUSA, Felipe Barreto de; SANTOS, André Carlos dos; COUTINHO, Thiago José Domingos. Há espaço para a Bioinformática no Ensino de Biologia? Lições de estudantes do Ensino Médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 179–191, 2023. DOI: <https://doi.org/10.16923/reb.v21i2.1050>.

COSTA, Helena Lott; MAIA, Giovana C. F.; CHAVES, Lucas G. S.; MARIANO, Diego; MELO-MINARDI, Raquel C. Teaching bioinformatics programming in high school: a case report. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOINFORMÁTICA (BSB)**, 2024. Anais [...]. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5753/bsb.2024.245609>.



DORN, Marcio; LIGABUE-BRAUN, Rodrigo; VERLI, Hugo. Transdisciplinary approach for bioinformatics education in Southern Brazil. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.725591>.

FIELD, Andy. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 4. ed. London: Sage, 2013.

HAIR, Joseph F. et al. **Multivariate data analysis**. 8. ed. Boston: Cengage, 2019.

MARTINS, A.; FONSECA, M. J.; LEMOS, M.; LENCASTRE, L.; TAVARES, F. Bioinformatics-based activities in high school: fostering students' literacy, interest, and attitudes on gene regulation, genomics, and evolution. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.578099>.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SOUZA, L. R.; PEREIRA, A. C. Bioinformática como recurso didático no ensino de Biologia: experiências e desafios. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 16, n. 1, p. 33–49, 2023.

SOUZA MELLO, Ivani; LEÃO, Marcelo Franco; GUEDES, Sumaya Ferreira; JESUS, Benedito Carlos de; MIRANDA, Mayker Lazaro Dantas. The role of bioinformatics in education: a mini review of its applications and challenges. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 17, n. 1, p. 157–163, 2025. DOI: <https://doi.org/10.17807/orbital.v17i1.22259>.

TABER, Keith S. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. **Research in Science Education**, Dordrecht, v. 48, p. 1273–1296, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>.

VALENTE, José Armando. **Aprendizagem ativa e o uso de tecnologias digitais**. Campinas: Papirus, 2018.