

## O poder do foco na aprendizagem de programação

Jackson P. S. Leite<sup>1</sup>, Victor A. P. Oliveira<sup>1</sup>, Ianna M. S. F. de Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campina Grande, PB – Brasil

jackson.platiny@academico.ifpb.edu.br, {victor.oliveira,  
ianna}@ifpb.edu.br

**Abstract.** *The objective of this research was to carry out a Learning Analytics from data generated by students from a Programming class of the Computer Engineering course at IFPB - Campus Campina Grande. The authors defined a set of metrics in order to characterize the data, which were extracted from the online platform The Huxley. Subsequently, the metrics were correlated with the student's final media through Spearman's correlation coefficient. After analysis, the results showed that students who remained focused on answering only one question at a time, without alternations, achieved better results, regardless of the time invested to do so.*

**Resumo.** *O objetivo dessa pesquisa foi o de realizar uma Análise de Aprendizagem a partir de dados gerados por alunos de uma turma de Programação do curso de Engenharia da Computação do IFPB - Campus Campina Grande. Os autores definiram um conjunto de métricas a fim de caracterizar os dados, os quais foram extraídos da plataforma online The Huxley. Na sequência, as métricas foram correlacionadas com a nota final do aluno através do coeficiente de correlação de Spearman, e, após análise, os resultados apontaram que os alunos que se mantiveram focados em responder apenas uma questão por vez, sem alternâncias, alcançaram melhores resultados, independente do tempo investido para tal.*

### 1. Introdução

É sabido que cursos da área de ciências exatas possuem alta taxa de desistência e reprovação logo nos primeiros semestres. Em cursos ligados à Computação, a disciplina de programação é uma das principais causadora desse fato [GIRAFFA 2013], [CARVALHO *et al.* 2016], [CASTRO e TEDESCO 2020]. Dentre os motivos apontados, encontram-se desde deficiências em disciplinas fundamentais, como português e matemática, à metodologia, muitas vezes inadequada, do professor.

Diante desse cenário, o Ensino Híbrido (*Blended Learning*) vem sendo amplamente utilizado no ensino superior como uma estratégia para contornar tais problemas [CARVALHO *et al.* 2016], [PEREIRA *et al.* 2017], [SCHUMACHER e

IFENTHALER 2021], sendo empregado também no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). Essa metodologia permite que o professor ministre sua disciplina de forma presencial, mas combine com o uso de ferramentas *online*. Uma das categorias que se destaca são os Juízes Online, dentre os quais se encontram, por exemplo, o *The Huxley* e o *Beecrowd* (antigo *URI Online Judge*), sendo o primeiro utilizado no contexto desta pesquisa. Nessas ferramentas, o professor elabora listas de exercícios *online* para que o aluno responda a seu tempo, de forma assíncrona; e é a própria ferramenta que avalia se a resposta está correta ou não.

Desse modo, na medida em que os alunos interagem com o Juiz Online *The Huxley*, por exemplo, ocorre a geração de dados, tais como o número de submissões, a data e a hora de cada submissão, o código enviado, número de tentativas, se a tentativa está correta ou não etc.; dados que podem ser analisados posteriormente. Esse processo de coletar e analisar dados gerados por estudantes é conhecido por Análise de Aprendizagem [SIEMENS 2012].

Diante do exposto, a pesquisa foi conduzida partindo da hipótese de que “*Alunos que se dedicam a apenas uma questão por vez, sem alternar para outras antes de concluí-la, apresentam melhores resultados.*”. O objetivo do presente trabalho, então, é responder as seguintes questões: “*Alunos que focam em responder uma questão por vez, sem mudar para outra antes de terminar a primeira, apresentam um melhor rendimento na disciplina?*”, e ainda “*Um padrão observado por outros pesquisadores de outra instituição se repete nos dados aqui coletados?*”. Para respondê-las, realizou-se uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo. Os dados para análise foram coletados da ferramenta *The Huxley*, e são referentes a uma turma de Introdução à Programação do curso de Engenharia da Computação do IFPB. Um conjunto de métricas foram estabelecidas a fim de mensurar características presentes nos dados e então correlacionadas com a nota final do aluno.

O presente trabalho se justifica pela sua relevância científica e acadêmica, pois muitos pesquisadores relataram que a Análise de Aprendizagem tem melhorado o rendimento dos alunos, aperfeiçoado a metodologia do professor e reduzido os índices de desistência e reprovação no Ensino Superior onde ela é aplicada [SOKOUT *et al.* 2020], [QUADRI e SHUKOR 2021], [ULFA e FATAWI 2021].

O restante do artigo está estruturado como descrito a seguir. Na Seção 2 é apresentado uma fundamentação da Análise de Aprendizagem. Na Seção 3 são comentados os trabalhos relacionados. Os procedimentos metodológicos são descritos na Seção 4 e os resultados e discussão, trabalhados na Seção 5. Por fim, na Seção 6, encontram-se as considerações finais.

## **2. Análise de Aprendizagem**

A definição mais aceita pelos pesquisadores para Análise de Aprendizagem (*Learning*

*Analytics*) foi dada por Siemens (2012) e consiste no processo de coletar e analisar dados gerados por estudantes com o objetivo de compreender e melhorar o processo de aprendizagem. Segundo pontuado por Nistor e Garciac (2018), esse processo de coleta e análise contribui para que pesquisadores e professores se aproximem ainda mais da essência do aprendizado, melhorando o processo de ensino-aprendizagem tanto do ponto de vista do professor quanto do aluno.

Em sua essência, o processo de Análise de Aprendizagem pode ser dividido em quatro etapas. Primeiro, os estudantes geram os dados. Segundo, os dados são coletados e armazenados. Terceiro, os dados são analisados e visualizados. Finalmente, como resultado, busca-se a compreensão e o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem, que pode envolver alguma adequação na metodologia do professor, no ambiente de aprendizagem ou simplesmente ter uma melhor visualização do progresso do aluno [KNOBBOUT e STAPPEN 2020], [VIBERG *et al.* 2018], [NISTOR e GARCIAC 2018].

Em se tratando da etapa de coleta de dados, pode-se dizer que ela ocorre essencialmente de duas formas. Ou a própria ferramenta *online* disponibiliza os dados para *download* em algum formato padrão (JSON, XML ou CSV, por exemplo) ou os dados ficam disponíveis na própria plataforma (em suas páginas Web), sendo necessário o auxílio de um *script* que realize o trabalho de extração. É dessa segunda forma que se encontram os dados no *The Huxley*.

### 3. Trabalhos Relacionados

Em uma revisão sistemática realizada previamente, os autores deste trabalho identificaram estudos intimamente relacionados com esta pesquisa, os quais foram de suma importância para o desenvolvimento dela, assim como para a decisão da metodologia que foi adotada.

Em especial, tem-se o trabalho de Araújo *et al.* (2013), que investigou como o hábito de estudo do aluno influencia no resultado final da disciplina de Introdução à Programação. Em sua metodologia, os autores definiram uma métrica baseada em Sessão de estudo, métrica replicada nesse trabalho e que será apresentada em detalhes na seção Material e Métodos. Em seus resultados, os autores encontraram uma forte correlação entre o número de exercícios corretos e a nota final da disciplina, além de concluir que há um forte indicativo de que o estudo diário representa uma forte influência no sucesso dos alunos, muito embora não seja a frequência que determina o sucesso, mas a qualidade do estudo, como frisaram Ulfa e Fatawe (2021).

No trabalho desenvolvido por Oliveira *et al.* (2021), os autores correlacionaram a nota de um questionário respondido no início da disciplina de Introdução à Programação com a nota final da disciplina. O objetivo era avaliar se a habilidade em resolução de problemas (mensurada por meio do questionário) tinha alguma relação com o

desempenho final da disciplina. O esperado pelos autores era que o resultado apresentasse uma forte correlação, fato observado por outros pesquisadores, mas seus resultados não corroboraram. Os autores acreditam que o ensino remoto durante a pandemia da COVID-19 tenha influenciado no resultado.

Outros pesquisadores desenvolveram métodos ou ferramentas com vistas a prever o desempenho dos alunos. Gaudencio *et al.* (2013) desenvolveram uma ferramenta chamada TSTView que, com base na análise de dados parciais, permite detectar antecipadamente alunos com dificuldades. Por sua vez, Pereira *et al.* (2017) usaram dados parciais de um Juiz Online para prever antecipadamente o desempenho dos seus alunos, também permitindo atuar em tempo junto aos alunos com dificuldades.

Salienta-se que, conforme pontuado por Knobbout e Stappen (2020), apesar da grande quantidade de pesquisa realizada dentro dessa temática, muito mais foi feito para compreender o processo de aprendizagem do que para melhorá-lo, algo que já havia sido observado por Viberg *et al.* (2018). Isso mostra que a pesquisa em Análise de Aprendizagem ainda não alcançou todo o seu potencial, mas está avançando continuamente para transformar as relações de ensino-aprendizagem [DAWSON *et al.* 2019], sobretudo no Ensino Superior [QUADRI e SHUKOR 2021].

#### 4. Material e Métodos

Com a finalidade de atender aos objetivos desta pesquisa, o método se estruturou como estudo de natureza exploratória de caráter quantitativo. A pesquisa se desenvolveu em quatro fases, quais sejam: Definição de Métricas e Variáveis, Coleta de Dados, Processamento dos Dados, e Análise dos Dados; os quais serão descritos em detalhes nas subseções a seguir.

##### 4.1. Definição de Métricas e Variáveis

Por definição dos autores deste trabalho e para uma melhor compreensão do estudo realizado, considera-se Métrica como um conceito abstrato que representa aquilo que se quer analisar. A Variável, por sua vez, é uma característica concreta e mensurável de uma Métrica. Portanto, uma Métrica é mensurável somente por meio de uma ou mais de suas Variáveis.

As Métricas estabelecidas nesse estudo, bem como suas explicações, estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Métricas**

| Métrica            | Explicação   |
|--------------------|--|
| Execícios Corretos | Identifica a quantidade total de exercícios que o aluno conseguiu resolver ao longo da disciplina. |

|                  |   |
|------------------|---|
| Sessão de Estudo | Segue a definição dada por Araújo <i>et al.</i> (2013), que consiste em um período ininterrupto de estudo, caracterizado por submissões contínuas de respostas para a plataforma <i>online</i> .  |
| Foco na Questão  | Esta métrica é uma das contribuições deste trabalho. Considera-se que um aluno teve Foco na Questão quando iniciou uma questão da lista de exercícios e permaneceu nela, sem alternar para outra questão, independentemente do tempo entre as submissões, até encontrar uma solução para a questão. |

Para delimitar o escopo de uma Sessão de Estudo, foi utilizada a metodologia *threshold-based session* (sessão baseada em limiar) proposta por Geiger e Halfeker (2013); cujo objetivo é definir, baseando-se em um limiar de tempo, se uma nova submissão faz parte ou não de uma mesma Sessão de Estudo. Ao empregar o método com os dados coletados para esse trabalho, encontrou-se o limiar de 40 minutos.

A Tabela 2 apresenta as Variáveis definidas para cada uma das Métricas desse trabalho. Para cada Variável há uma breve descrição.

**Tabela 2. Variáveis**

| Métrica            | Variável          | Descrição   |
|--------------------|-------------------|---|
| Execícios Corretos | Acertos           | Quantidade total de questões que o aluno acertou ao longo da disciplina.                          |
| Sessão de Estudo   | Número de Sessões | Quantidade de Sessões de Estudo do aluno ao longo do período/semestre.                            |
|                    | Dias de Atividade | Razão entre os dias que o aluno enviou pelo menos uma submissão e os 100 dias letivos do período. |
|                    | Tempo Total       | Somatória do tempo empreendido pelo aluno em todas as suas Sessões de Estudo.                     |
| Foco na Questão    | Número de Focos   | Quantidade de Focos do aluno ao longo do período/semestre.  |
|                    | Tempo Focado      | Somatória do tempo registrado em todos os Focos do aluno.   |

Salienta-se que as duas primeiras Métricas foram definidas tomando-se por base o observado na literatura. Em especial, a Métrica Sessão de Estudo e suas Variáveis foram consideradas a partir do trabalho de Araújo *et al.* (2013).

#### 4.2. Coleta de Dados

Após realizada o estabelecimento das Métricas e Variáveis, a pesquisa seguiu para a etapa de Coleta de Dados, a qual envolveu os dados gerados por discentes de uma turma de Introdução à Programação (1º período) do curso de Engenharia da Computação do IFPB – *Campus* Campina Grande.

Todos os dados foram coletados diretamente da ferramenta *online The Huxley*, e são referentes a uma turma do período letivo 2019.1, já finalizada durante a coleta. A escolha do referido período se deu em razão da quantidade de alunos (53 ao todo) e por ser uma turma anterior à pandemia da COVID-19 (pois entende-se, como observado por

Oliveira *et al.* (2021), que as condições adversas proporcionada pelo ensino remoto poderiam distorcer os resultados).

Como a plataforma The Huxley não disponibiliza o download dos dados gerados, foi necessário desenvolver um *script* (S1) em JavaScript a fim de extrair os dados por meio da API REST da plataforma e salvá-los no formato JSON, gerando assim o que se chamou de dados brutos. Por razões éticas, apenas a equipe de professores envolvidos no projeto teve contato direto com os dados da plataforma *The Huxley* e com os dados brutos, visto que tais dados traziam informações sobre outros alunos da instituição.

### 4.3. Processamento dos Dados

A etapa de Processamento dos Dados envolveu uma sequência de procedimentos sobre os dados brutos. Primeiramente foi necessário mascarar as informações referentes aos dados dos alunos para que o aluno participante da pesquisa pudesse trabalhar sobre os dados, gerando-se os dados brutos mascarados. Para tanto, foi desenvolvido um *script* Python (S2) para atribuir uma identificação genérica individualizada aos nomes e matrículas dos alunos.

Por fim, um outro *script* Python (S3) foi desenvolvido com vistas a extrair, dos dados brutos mascarados, os dados relevantes e processá-los com o objetivo de valorar as Métricas (por meio das Variáveis) previamente estabelecidas. Os resultados foram armazenados em um arquivo no formato CSV para que, posteriormente, pudesse ser aberto por qualquer planilha eletrônica.

### 4.4. Análise dos Dados

Na sequência, os dados foram tabulados e organizados. Por fim, todas as Métricas foram correlacionadas com as notas finais dos alunos usando como método o coeficiente de correlação de Spearman, método apropriado para variáveis ordinais contínuas e discretas [ULFA e FATAWI 2021]. A análise dos dados será apresentada na sessão seguinte, de Resultados e Discussão.

## 5. Resultados e Discussão

A correlação entre cada uma das Variáveis e a nota final dos alunos foi realizada através do coeficiente de correlação de Spearman. Para a interpretação e análise dos coeficientes, considerou-se o seguinte: de 0 a 0.25, uma associação muito fraca ou inexistente; de 0.25 a 0.50, uma associação fraca; de 0.50 a 0.75, uma associação moderada; e de 0.75 a 1.00, uma associação forte ou perfeita. Coeficientes positivos indicam que as duas variáveis se relacionam na mesma direção e sentido, enquanto coeficientes negativos indicam que as variáveis se relacionam na mesma direção, mas em sentidos opostos. A Tabela 3 apresenta o resultado das correlações.

**Tabela 3. Correlação de Spearman entre as Métricas e as notas finais.**

| Métrica             | Variáveis         | Acertos | Número de Sessões | Dias de Atividade | Tempo Total | Número de Focos | Tempo Focado | Nota Final |
|---------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------|------------|
| Exercícios Corretos | Acertos           | 1,00    |                   |                   |             |                 |              |            |
| Sessões de Estudo   | Número de Sessões | 0,71    | 1,00              |                   |             |                 |              |            |
|                     | Dias de Atividade | 0,75    | 0,92              | 1,00              |             |                 |              |            |
|                     | Tempo Total       | 0,83    | 0,78              | 0,80              | 1,00        |                 |              |            |
| Foco na Questão     | Número de Focos   | 0,98    | 0,67              | 0,70              | 0,76        | 1,00            |              |            |
|                     | Tempo Focado      | 0,34    | 0,54              | 0,51              | 0,49        | 0,34            | 1,00         |            |
| Nota Final          | Nota Final        | 0,87    | 0,68              | 0,63              | 0,75        | 0,86            | 0,24         | 1,00       |

É possível depreender um conjunto de informações das correlações. Considerando-se primeiramente a variável “Acertos”, tem-se que o seu grau de associação se mostra muito forte com as variáveis “Dias de Atividade”, “Tempo Total”, “Número de Focos” e “Nota Final”. Além da “Número de Focos”, já era esperado uma forte relação com as demais variáveis, afinal a frequência de estudo e o tempo empreendido estão intuitivamente relacionados com o desempenho final do aluno. Porém, a relação “Acertos” com “Número de Focos” ficou muito próxima de 1, indicando uma relação praticamente perfeita. Esse resultado corrobora a hipótese de que alunos focados em uma questão por vez apresentam um melhor desempenho na disciplina. Ademais, a variável “Acertos” apresenta um grau de associação mediano com a “Número de Sessões”, mostrando que o número de sessões de estudo também influenciou na quantidade de questões resolvidas.

A variável “Número de Sessões” apresenta forte correlação com “Dias de Atividade” e “Tempo Total”, o que faz sentido, pois, quanto mais sessões um aluno teve, mais tempo e mais dias ele empreendeu em seu estudo. A mesma variável apresenta uma correlação moderada com “Número de Focos” e “Tempo Focado”, pois entende-se que o aluno pode se manter em apenas uma questão e permear várias sessões de estudo. Com relação à “Nota Final”, também apresenta uma correlação moderada, mostrando que a frequência de estudo contribui para o desempenho final.

A variável “Dias de Atividade” apresenta uma forte correlação apenas com “Tempo Total”, o que faz completo sentido em razão da natureza das variáveis; quanto mais dias estudando, maior o tempo total de estudo. A mesma variável apresenta uma correlação moderada com “Número de Focos” e “Tempo Focado”, talvez pela possibilidade de o aluno se dedicar a uma questão por dias. Observa-se ainda uma correlação moderada com “Nota Final”, mostrando que a importância da frequência de

estudo.

Por conseguinte, a variável “Tempo Total” mostra-se fortemente relacionada com as variáveis “Número de Focos” e “Nota Final”. No primeiro caso, a relação pode ser explicada pelo raciocínio de que quanto mais focos um aluno tem é porque mais vezes ele estudou e mais tempo empreendeu. No segundo caso, a relação mostra que o tempo dedicado é importante. A relação de “Tempo Total” com “Tempo Focado” é considerada fraca.

Por fim, destaca-se que a variável “Número de Focos” apresenta uma relação muito forte com “Nota Final”, evidenciando que a hipótese dos pesquisadores se mostra verdadeira, a de que alunos que se mantiveram mais focados, isto é, alunos que procuraram se dedicar a apenas uma questão por vez, sem alternar para outra antes de terminar a primeira, alcançaram um melhor rendimento na disciplina. Ademais, observa-se pelas relações “Número de Focos” x “Tempo Focado” e “Tempo Focado” x “Nota Final”, que se apresentam fracas, que o tempo empreendido no foco tem pouca influência no resultado final dos alunos, sendo o foco em si mais importante.

## 6. Considerações Finais

Neste trabalho, foi realizado um estudo no âmbito da Análise de Aprendizagem. Os dados coletados foram gerados por uma turma de Introdução à Programação do IFPB e o principal objetivo era verificar a hipótese de que alunos focados em responder uma questão por vez apresentam um melhor rendimento ao final da disciplina. Dentre as métricas estabelecidas, este trabalho apresentou como contribuição uma nova métrica chamada de Foco na Questão. Após a valoração das métricas, elas foram correlacionadas com a nota final do aluno.

Os resultados se mostraram pertinentes, pois através da métrica Foco na Questão, pôde-se verificar que a hipótese levantada pelo autores do trabalho se mostrou verdadeira. Mais especificamente, a variável “Número de Focos” apresentou uma correlação praticamente perfeita com o número de “Acertos” e uma relação forte com a “Nota Final” do aluno. Ademais, os resultados aqui observados através da Métrica Sessão de Estudo coadunaram com os de Araújo *et al.* (2013).

Diante dos resultados, os autores deste trabalho entendem que a métrica Foco na Questão se constitui como uma métrica pertinente para avaliar o comportamento do estudante. Ademais, depreende-se dos resultados que o tempo focado não tem relevância para o resultado final, reforçando a ideia de que não é o tempo de estudo, mas a qualidade deste que leva a melhores resultados [ULFA e FATAWI 2021].

Por fim, os resultados desta pesquisa abrem caminhos para identificar antecipadamente alunos com dificuldades, tornando-se possível que o professor intervenha individualmente e em tempo hábil na expectativa de melhorar o desempenho dos futuros alunos. Em função disso, espera-se maximizar o aproveitamento do aluno e,



sobretudo, minimizar a taxa de evasão e reprovação em disciplinas de programação no âmbito do IFPB – *Campus* Campina Grande. Portanto, como proposta de trabalhos futuros, pretende-se realizar uma pesquisa com vistas a criar um modelo que prevê o desempenho do aluno por meio de um indicador baseando-se apenas na coleta de dados parciais. A ideia é compartilhar esse indicador com o aluno durante o progresso da disciplina, para que também ele possa se autoavaliar e fazer os devidos ajustes em seu perfil de estudo.

## **Agradecimentos**

Os autores deste trabalho agradecem o apoio financeiro para a realização desta pesquisa prestado pelo IFPB através da Chamada Interconecta 02/2021.

## **Referências**

- Araújo, E. C. *et al.* (2013) “O papel do hábito de estudo no desempenho do aluno de programação”. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, nº 33. Maceió. Anais do evento. Editora SBC, p. 730-738.
- Carvalho, L. S. G. *et al.* (2016) “Juiz online como ferramenta de apoio a uma metodologia de ensino híbrido em programação”. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, nº5. Uberlândia. Anais do Evento. Editora SBC, p. 140-149.
- Castro, F. e Tedesco, P. (2020) “Promoting Reflection on Error in Higher Education Introductory Programming Courses”. In: *Brazilian Journal of Computers in Education* (Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE), v. 28, p.150-165.
- Dawson, S. *et al.* (2019) “Increasing the Impact of Learning Analytics”. In: Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK19). Association for Computing Machinery, p. 446–455.
- Gaudencio, M. *et al.* (2013) “Eu Sei o que Vocês Fizeram (Agora e) na Aula Passada: o TSTView no Acompanhamento de Exercícios de Programação”. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, nº 2. Campinas. Anais do Evento. Editora SBC, p. 204-213.
- Geiger, R. S. e Halfaker, A. (2013) “Using edit sessions to measure participation in wikipedia”. In: Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work, CSCW '13, p. 861–870.
- Giraffa, M. e Mora, M. C. (2013) “Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno”. In: Conferencia Latinoamericana Sobre el Abandono en la Educación Superior, nº 3. Madrid. Dpto. de Publicaciones de la E.U.I.T. de Telecomunicación, p. 188-197.
- Knobbout, J. e Stappen, E. (2020) “Where is the Learning in Learning Analytics? A

- Systematic Literature Review on the Operationalization of Learning-Related Constructs in the Evaluation of Learning Analytics Interventions”. In: *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 13, nº 3, p. 631-645.
- Nistor, N. e Garcíac A. H. (2018) “What types of data are used in learning analytics? An overview of six cases”. In: *Computers in Human Behavior*, v. 89, p. 335-338.
- Oliveira, J. C. *et al.* (2021) “Correlação entre habilidade de resolução de problemas e desempenho em disciplina introdutória de programação”. In: Artigos Resumidos - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, v. 32. Anais [...]. Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Computação, p. 15-20.
- Pereira, F. D. *et al.* (2017) “Predição de Zona de Aprendizagem de Alunos de Introdução à Programação em Ambientes de Correção Automática de Código”. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, nº 6. Recife. Anais do Evento. Editora SBC, p. 1507-1516.
- Quadri, A. T.; Shukor, N. A. (2021) “The Benefits of Learning Analytics to Higher Education Institutions: A Scoping Review”. In *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 16, n. 23, p. 4–15.
- Schumacher, C. e Ifenthaler, D. (2021) “Investigating prompts for supporting students' self-regulation – A remaining challenge for learning analytics approaches?”. In: *The Internet and Higher Education*, v. 49, p. 1-12.
- Siemens, G. (2012) “Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice”. In: International Conference on Learning Analytics, nº 2. New York. Proceedings. ACM Digital Library, p. 4-8.
- Sokout, H. *et al.* (2020) “Learning Analytics: Analyzing Various Aspects of Learners' Performance in Blended Courses. The Case of Kabul Polytechnic University, Afghanistan”. In: *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 15, n. 12, p. 168–190.
- Ulfa, S. e Fatawi, I. (2021) “Predicting Factors that Influence Students' Learning Outcomes Using Learning Analytics in Online Learning Environment”. In: *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 16, n. 1, p. 4–17.
- Viberg O. *et al.* (2018) “The current landscape of learning analytics in higher education”. In: *Computers in Human Behavior*, v. 89, p. 98-110.