

Uma Análise dos Recursos Tecnológicos Utilizados na Estimulação da Aprendizagem Autorregulada em Ambientes Educacionais na Última Década

Geycy D. O. Lima^{1,2}, Rafael D. Araújo¹, Fabiano A. Dorça¹

¹Faculdade de Computação (FACOM)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia, MG – Brasil

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas
(IFSULDEMINAS)
Inconfidentes, MG – Brasil

geycy.lima@ifsuldeminas.edu.br, {rafael.araujo, fabianodor}@ufu.br

Abstract. *Virtual Learning Environments have become increasingly intelligent and supplied with individualized resources to provide a more engaging and effective learning process. In particular, technologies that not only provide support but also encourage self-regulated learning are desirable, as this competence has many benefits. Thus, this work presents a Systematic Literature Review that seeks to outline an overview of such technologies, considering works published between 2011 and 2020. Results have shown that information visualization techniques, interactive learning resources, content recommendation and strategies for feedback have been used in all phases of the self-regulatory process, mainly in higher education.*

Resumo. *Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem têm se tornado cada vez mais inteligentes e providos de recursos individualizados para propiciar um processo de aprendizagem mais engajador e efetivo. Em especial, tecnologias que, além de oferecerem suporte, também fomentem e estimulem a aprendizagem autorregulada são desejáveis, já que esta competência traz inúmeros benefícios. Dessa forma, este trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura que busca traçar um panorama de tais tecnologias, considerando trabalhos publicados entre 2011 e 2020. Os resultados mostraram que técnicas de visualização da informação, recursos de aprendizagem interativos, recomendação de conteúdo e estratégias de feedback são utilizadas em todas as fases do processo de autorregulação, principalmente no ensino superior.*

1. Introdução

O crescente desenvolvimento de recursos tecnológicos em ambientes inteligentes de aprendizagem tem provocado alterações nos processos de ensino e aprendizagem. Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) utilizam diferentes recursos como suporte aos processos educacionais e, constantemente, novas funcionalidades são implantadas visando a melhoria do desempenho acadêmico, a motivação e a diminuição da evasão.

Neste cenário, tem-se observado a importância de prover mecanismos tecnológicos integrados aos ambientes de aprendizagem para fomentar o processo

de aprendizagem autorregulada [Viberg et al. 2020]. Estudos evidenciam que a autorregulação da aprendizagem está relacionada com o desempenho acadêmico [Zimmerman e Martinez-Pons 1986]. Na aprendizagem autorregulada, o estudante é o protagonista do seu aprendizado e pode desenvolver diversas estratégias cognitivas, metacognitivas, motivacionais e emocionais/afetivas para autorregular sua aprendizagem [Panadero 2017]. Porém, é importante que o ambiente de aprendizagem forneça não só o suporte, mas também atue de forma proativa visando estimular a autorregulação.

Para isso, destaca-se os Ambientes Inteligentes de Aprendizagem (do inglês, *Smart Learning Environments* - SLE), que são capazes de fornecer ativamente orientações, dicas, ferramentas de suporte ou sugestões de aprendizado necessárias no lugar certo, no local e hora certos e na forma correta, ao invés de permitir apenas que os estudantes acessem recursos digitais e interajam com os sistemas de aprendizagem [Kinshuk et al. 2016].

Observando a relevância desse contexto, este trabalho tem por objetivo traçar um panorama das tecnologias que têm sido utilizadas para estimular a autorregulação dos estudantes em SLE de forma proativa por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura dos trabalhos publicados na última década, entre 2011 e 2020. O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma discussão sobre a aprendizagem autorregulada; a Seção 3 expõe a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho; a Seção 4 apresenta os resultados e as discussões relacionadas com as questões de pesquisas; e, por fim, as considerações finais são apresentadas na Seção 5.

2. Aprendizagem Autorregulada

A Aprendizagem Autorregulada (do inglês, *Self-Regulated Learning* – SRL) é uma área de estudos dentro da Psicologia Educacional que estuda aspectos pessoais do estudante que influenciam seu processo de aprendizagem autoguiado. Aprendizagem Autorregulada é uma estrutura conceitual para compreender os aspectos cognitivos, metacognitivos, comportamentais, motivacionais e emocionais/afetivos da aprendizagem [Panadero 2017]. Em contextos competitivos e avaliativos, as conquistas humanas dependem muito da capacidade do indivíduo em se autorregular [Zimmerman e Martinez-Pons 1986].

No entanto, usar estratégias de SRL não é uma tarefa trivial para qualquer pessoa, pois é necessário desenvolver competências de engajamento nas atividades propostas, de monitoramento do processo, de autopercepção das aptidões e entendimento do contexto das tarefas que serão desenvolvidas [Garcia et al. 2018]. No trabalho de [Zimmerman e Martinez-Pons 1986] foram descritas 14 categorias de estratégias autorregulação e uma categoria extra, denominada de ‘Outra’, para indicar um comportamento que não é autorregulado. A Tabela 1 apresenta as categorias e suas descrições.

De acordo com [Panadero 2017] e [Puustinen e Pulkkinen 2001], os modelos de SRL podem ser definidos como cíclicos e apresentam diferentes fases e subprocessos de autorregulação. Apesar dos modelos apresentarem nomenclaturas diferentes para os processos, seu entendimento permite agrupá-los em três grandes fases: a) Preparatória (ou planejamento); b) Execução; e, c) Avaliação.

A fase preparatória compreende a análise das tarefas, planejamento, definição dos objetivos e estabelecimento de metas [Panadero 2017]. Nessa fase de autorregulação,

Tabela 1. Estratégias de Aprendizagem Autorregulada.

Categorias das estratégias	Definição
Autoavaliação	Avaliação da qualidade ou progresso de um trabalho iniciado pelo estudante
Organização e transformação	Os estudantes reorganizam os materiais para melhorar a sua aprendizagem
Conjunto de objetivos e planejamento	O estudante estabelece um conjunto de objetivos e subobjetivos educacionais e o planejamento para a conclusão das atividades.
Busca de informação	Busca de informações em diversos meios para a realização de uma tarefa.
Manutenção de registros e monitoramento	Registros dos eventos ou resultados
Estruturação do ambiente	Organização do ambiente de aprendizagem para melhorar o desempenho
Auto consequência	Punição ou elogio na realização das tarefas
Ouvir novamente e memorizar	Memorizar o material estudado por meio de práticas
Procurar assistência social (pares)	Solicitar ajuda ao colega
Procurar assistência social (professores)	Solicitar ajuda ao professor
Procurar assistência social (adultos)	Solicitar ajuda a adultos (família)
Revisão de testes	Revisar testes
Revisão das anotações	Revisar anotações
Revisão dos livros didáticos	Revisar livros didáticos utilizados durante o processo de aprendizagem.
Outra	Declarações indicando o comportamento de aprendizagem iniciado por outras pessoas, por exemplo, pais e professores

pode-se utilizar, dentre outras tecnologias, ferramentas administrativas como, por exemplo, calendário para que o estudante possa planejar o desenvolvimento do curso [Kitsantas 2013] e elaborar um cronograma semanal ou mensal para cumprir metas traçadas para atingir o seu objetivo geral. Na fase preparatória, o autor [Kitsantas 2013] menciona duas tecnologias que podem ser utilizadas: blogs/jornais online e *podcasts*. A utilização de blogs/jornais é importante para que o estudante forneça e receba *feedback* dos colegas sobre os conteúdos e possa elaborar um guia de estudo. Por ser uma tecnologia aberta, os usuários conseguem publicar perguntas no ambiente e outros usuários podem interagir, criando um ambiente colaborativo.

A segunda fase apresentada nos modelos de SRL é a de execução, momento em que as tarefas são realizadas enquanto há o monitoramento do progresso e desempenho [Panadero 2017]. Diversas ferramentas de publicação na Web para sublinhar, destacar e agrupar o material de ensino podem ser utilizadas nessa fase. O trabalho [Kitsantas 2013] descreve diversas tecnologias que podem auxiliar nesse momento: redes sociais, ambi-

entes virtuais, ferramentas administrativas, ferramentas de realização de testes, fórum de discussão e marcadores (*bookmarks*). As redes sociais são uma ferramenta importante na motivação do estudante. A maioria dos adolescentes e adultos, atualmente, acessam e dedicam uma parte do seu tempo em alguma rede social. Essas interações são importantes para que o estudante se conecte com outros colegas e profissionais de diversas áreas. Com a incorporação de recursos sociais, o estudante pode se automonitorar e definir as estratégias para a realização de tarefas.

Por fim, tem-se a fase de avaliação, onde o estudante reflete, regula e adapta o seu processo de aprendizagem para execuções futuras [Panadero 2017]. Nessa fase, os blogs também podem ser aliados, por ser uma tecnologia aberta, para aperfeiçoar o entendimento sobre o assunto pelos estudantes, aprendendo cronologicamente suas reflexões sobre a leitura e conteúdo do curso realizado, permitindo, assim, que o estudante se auto-monitore e autoavalie [Kitsantas 2013].

3. Metodologia

O processo de condução da Revisão Sistemática da Literatura se baseou na proposta de [Kitchenham 2004], que sugere a divisão em três fases principais: planejamento, execução e relatório da revisão. Essas fases estão descritas a seguir, enquanto a última, referente aos resultados, é apresentada na Seção 4. A fase de planejamento envolveu a definição das questões de pesquisa a serem respondidas, a definição das bases de dados acadêmicas a serem buscadas e os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos. Assim, as seguintes questões de pesquisa (QP) foram delineadas:

QP1: *Quais estratégias de intervenção e/ou recursos tecnológicos têm sido utilizadas para estimular capacidades de autorregulação em ambientes de aprendizagem online?*

QP2: *Em quais contextos e níveis de ensino essas ferramentas têm sido utilizadas?*

QP3: *Quais modelos de SRL mais utilizados nesse contexto?*

Cinco bases de trabalhos acadêmicos que indexam os principais veículos de publicação na área de computação foram selecionadas, incluindo duas bases nacionais que representam os principais veículos da área de Informática na Educação no país. São elas: ACM Digital Library (ACM DL)¹, IEEE Xplore², SpringerLink³, Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)⁴ e Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)⁴.

Os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) dos trabalhos foram os seguintes: (CI1) Artigo publicado entre o período de 01/01/2011 e 31/05/2020; (CI2) Artigo escrito em inglês ou português; (CI3) Apresenta explicitamente alguma estratégia de intervenção ou recurso para fomentar SRL em AVAs; (CE1) Artigo publicado fora do período de 01/01/2011 e 31/05/2020; (CE2) Artigo não está escrito em inglês ou português; (CE3) Não apresenta explicitamente nenhuma estratégia de intervenção ou recurso para fomentar SRL em AVAs; (CE4) Foca apenas na teoria/modelo de SRL; (CE5) Resumo ou pôster; (CE6) Não é um estudo primário; e, (CE7) PDF não disponível ou não encontrado.

¹<https://dl.acm.org>

²<https://ieeexplore.ieee.org>

³<https://link.springer.com>

⁴<https://br-ie.org/pub>

A fase de execução do protocolo da revisão consistiu em quatro etapas: (i) definição das *strings* de busca e execução nas bases de dados; (ii) seleção inicial; (iii) leitura completa dos artigos e extração das informações; e (iv) sistematização dos dados. A busca dos trabalhos nas bases científicas acontece por meio da construção de *strings* (cadeia de caracteres) que representam conceitos e palavras-chaves desejados. Como a principal questão de pesquisa gira em torno de tecnologias/conceitos em um aspecto mais amplo e não especializado, decidiu-se por criar *strings* de busca com termos mais genéricos, como *online learning environments* e *self-regulated learning*. As *strings* foram construídas de acordo com as instruções de cada base de dados de forma a permitir a busca no título, resumo e palavras-chaves, utilizando operadores lógicos e curingas (como o caractere *). A seguir, as *strings* de busca utilizada em cada base são apresentadas.

ACM DL: Title:(“Self-Regulated Learning”) AND Title:(“Online Learning*” “Online * Env*” “e-learning”) OR Abstract:(“Self-Regulated Learning”) AND Abstract:(“Online Learning*” “Online * Env*” “e-learning”) OR Keyword:(“Self-Regulated Learning”)

IEEE Xplore: (“All Metadata”：“Self-Regulated Learning”) AND ((“All Metadata”：“Online Learning*” OR “All Metadata”：“Online* Env*”) OR “All Metadata”：“e-learning”)

SpringerLink: Title:(“Self-Regulated Learning” AND “Online Learning*” “Online* Env*” “e-learning”) OR su:(“Self-Regulated Learning” AND “Online Learning*” “Online * Env*” “e-learning”) OR Key:“Self-Regulated Learning”

SBIE e RBIE: “self-reg*” or autorreg* or “auto-reg*”

Uma vez executadas as *strings* de busca nas bases selecionadas, foram retornadas 142 entradas. Os resultados foram tabulados em uma planilha eletrônica e, em um primeiro passo, verificou-se que não existia nenhuma entrada duplicada. Em um segundo passo, foram lidos o título e resumo dos artigos na primeira fase de classificação, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Após a primeira seleção, foram incluídos 65 artigos. Em uma segunda fase, quando os artigos foram lidos na íntegra, foram excluídos 21 artigos, totalizando 44 artigos incluídos nessa revisão. A Figura 1 apresenta uma síntese da quantidade de artigos em cada etapa do processo.

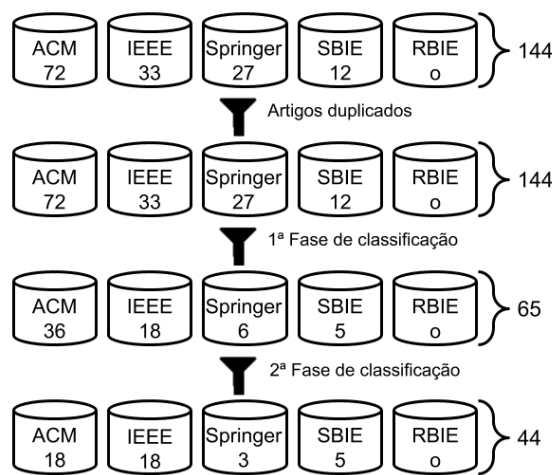


Figura 1. Visão geral do processo da RSL.

A Figura 2 ilustra, em forma de gráfico, a quantidade de trabalhos por ano, após cada uma das duas fases de classificação. Como pode ser observado, a maioria dos artigos (25) retornados das bases de buscas foram publicados entre os anos de 2017 e 2020.



Figura 2. Quantidade de artigos por ano em cada uma das etapas.

É importante ressaltar que o protocolo definido traz algumas limitações ao estudo reportado, como o fato de a classificação dos artigos não utilizar nenhum método estatístico, por exemplo, a média. Os artigos foram classificados na primeira fase após a leitura do resumo e título. Em seguida, uma leitura completa do artigo foi realizada. Além disso, a decisão de escolher termos mais abrangentes para a busca pode, potencialmente, ter excluído trabalhos relevantes com termos mais restritos.

4. Resultados e Discussão

Na última etapa do protocolo foram selecionados 44 artigos, sendo 39 de conferências e 5 de periódicos, em 33 veículos de publicação diferentes, sendo que os mais utilizados foram os eventos *International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK)* e Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, com 5 artigos cada. A seguir, os principais trabalhos encontrados são discutidos de forma a responder cada uma das perguntas de pesquisa.

QPI: Quais estratégias de intervenção e/ou recursos tecnológicos têm sido utilizadas para estimular capacidades de autorregulação em ambientes de aprendizagem online?

Após uma leitura na íntegra dos 44 artigos selecionados, foram encontradas diferentes formas de intervenções tecnológicas que estimulam a autorregulação do estudante em ambientes de aprendizagem online. No geral, diversas tecnologias têm sido utilizadas em diferentes fases da SRL. Muitas delas possuem características intrínsecas que dão suporte à aprendizagem autorregulada. No entanto, o objetivo principal deste trabalho é encontrar aquelas que, além de dar suporte, também fomenta a SRL. Por exemplo, um Modelo Aberto do Estudante, por si só, não oferece uma intervenção proativa para estimular a SRL, apesar de oferecer suporte. O trabalho de [Zhang e Cheng 2019], por exemplo, apresenta uma proposta de Modelo Aberto do Estudante Negociável para que o estudante faça uma reflexão do seu desempenho e negocie com o modelo para tentar chegar a um acordo. Essa intervenção está diretamente relacionada com a fase de avaliação da autorregulação.

Estratégias de visualização da informação personalizada têm sido utilizadas nas três fases do processo de autorregulação. No trabalho de [Molenaar et al. 2020], por exemplo, utilizou-se dados de utilização em uma plataforma para prover mecanismos

personalizadas que permitem ao estudante estabelecer objetivos de aprendizagem em diferentes momentos, seja nas lições atuais, em lições de reforço (realizadas novamente) ou para a proficiência geral, indicando o quão proficiente ele/ela deseja se tornar em uma habilidade específica. Além disso, enquanto as atividades são executadas, as visualizações são alteradas de cores, formatos e tamanhos para permitir o monitoramento do progresso nas habilidades. É utilizada uma estratégia de *feedback* chamada de *feed-forward* que leva o estudante diretamente ao conteúdo (ou caminho de aprendizagem) a ser seguido para atingir seu objetivo de aprendizagem. Em [Barria-Pineda et al. 2018], os autores apresentam um modelo aberto do estudante rico que também utiliza técnicas de visualização da informação para indicar o progresso nos tópicos da disciplina e permitir que o estudante identifique os componentes de conhecimento específicos necessários para se tornar proficiente em um tópico, apontando diretamente para os conteúdos necessários.

A avaliação formativa é utilizada para conhecer o progresso de aprendizagem do estudante. Em [Moreno e Pineda 2020] foi apresentado um processo automatizado de avaliação formativa em que o envio de *feedbacks* em tempo real auxilia o estudante a realizar os ajustes no processo de aprendizagem. Essa estratégia de SRL é empregada na fase de avaliação. Também existem estratégias de *feedback* específicas para a fase de execução, onde o estudante é alertado sobre uma possível perda de atenção. O trabalho apresentado em [Robal et al. 2018] apresenta uma proposta para detecção automática em tempo real de perda de atenção em vídeos visando alertar o estudante para manter o foco do aprendizado por meio de intervenções proativas. Além disso, ainda na fase de execução, recomendação e personalização de conteúdo são estratégias frequentemente utilizadas [Bremgartner et al. 2017] [Ferreira e Vasconcelos 2017].

Recursos sociais e colaborativos são utilizados nas três fases do aprendizado autorregulado. [Yan e Lin 2019] apresentam uma plataforma para avaliação colaborativa que utiliza estratégias adaptativas para geração de itens de percepção, produção e avaliação de pares. Em tempo real, *feedbacks* dos pares são sumarizados e exibidos ao estudante, que serve tanto para monitoramento do seu progresso e comparação do seu desempenho em relação aos seus pares quanto para refletir sobre sua aprendizagem.

[Siadaty et al. 2012] utilizam tecnologias de Web Semântica para coletar, processar eventos e prover *feedback* e análises aos estudantes. Além disso, técnicas de visualização da informação são utilizadas para monitorar o progresso do próprio estudante e também para fornecer informações sobre uma posição coletiva dos pares sobre um determinado recurso de aprendizado, de forma a contribuir com o planejamento do seu processo de aprendizagem. Mensagens motivacionais personalizadas são utilizadas como uma estratégia de *feedback* para aumentar o engajamento dos estudantes.

A Tabela 2 apresenta uma visão geral das tecnologias utilizadas como intervenções proativas em ambientes de aprendizagem online para estimular a SRL em suas fases. É importante ressaltar, que alguns dos trabalhos analisados não são apresentados nessa tabela e nos resultados, pelo fato de que, sozinhas, não foram consideradas intervenções proativas que estimulam a SRL, apesar de oferecerem suporte. Exemplos são as técnicas de mineração de dados educacionais e analíticas de aprendizagem, que foram utilizadas com frequência em diversos trabalhos, mas não foram consideradas como intervenções proativas, e sim como uma tecnologia que oferece suporte.

Tabela 2. Intervenções tecnológicas para estímulo à SRL.

Tecnologias	Fases da SRL		
	Preparatória	Execução	Avaliação
Adaptação/Personalização/Recomendação	X	X	X
Agentes especialistas		X	
Avaliação por pares		X	X
Dados ligados/Web semântica			X
Estratégias de <i>feedback</i>	X	X	X
Modelo aberto do estudante negociável			X
Recursos de aprendizagem interativos	X	X	X
Recursos sociais/colaborativos		X	X
Visualização da informação	X	X	X

QP2: Em quais contextos e níveis de ensino essas ferramentas têm sido utilizadas?

A análise realizada dos trabalhos selecionados permitiu concluir que metade deles (22) não define explicitamente o nível de ensino em que as tecnologias propostas foram experimentadas. Dezoito trabalhos indicaram que as propostas foram testadas com estudantes do ensino superior em diferentes áreas do conhecimento. Apenas três trabalhos indicaram que a experimentação foi feita com estudantes do ensino básico e somente um deles no ensino informal. Levando em consideração esses resultados, podemos findar que a literatura carece de mais evidências de utilização de tecnologias que fomentam a aprendizagem autorregulada no ensino básico e também no contexto informal e profissional, que podem levar a resultados que indiquem a existência de características específicas desses contextos e que podem ser úteis no projeto de tecnologias especializadas.

QP3: Quais modelos de SRL mais utilizados nesse contexto?

No geral, os trabalhos selecionados não estabelecem um relacionamento direto com os modelos de SRL encontrados na literatura. Dos trabalhos selecionados, 28 não definiram explicitamente o modelo em que o trabalho foi baseado e, dentre aqueles que indicaram de forma explícita, seis utilizaram o modelo de [Zimmerman 1986]. Quatro trabalhos indicaram o uso de mais de um modelo como base, como [Zimmerman 1986] e [Pintrich e Groot 1990], o que pode ser justificado pela similaridade desses modelos. Por exemplo, uma das áreas do modelo de Pintrich foi construída com base em Zimmerman. Um único trabalho utilizou o modelo de [Pintrich e Groot 1990]. Quatro trabalhos utilizaram o modelo de [Winne e Hadwin 1998] e um trabalho utilizou o modelo *Socially-Shared Regulated Learning* (SSRL) [Hadwin et al. 2011]. Dessa forma, é importante pontuar a necessidade de estabelecer paralelos explícitos e validações entre a tecnologia proposta e os modelos de SRL para que as conclusões possam ter um embasamento teórico evidenciado pelas duas áreas.

5. Considerações Finais

Este artigo apresentou uma Revisão Sistemática da Literatura acerca dos trabalhos publicados entre 2011 e 2020 que apresentam estratégias de intervenção e/ou recursos tecnológicos para estimular capacidades de autorregulação em ambientes de aprendizagem online. Foi traçado um panorama das publicações que mostra uma concentração da quantidade de trabalhos nos últimos quatro anos. Dentre os veículos de publicação dos artigos

selecionados, destacam-se os eventos *International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK)* e *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*.

Os resultados mostraram que diversas intervenções tecnológicas estão sendo aplicadas para fomentar a aprendizagem autorregulada nas suas três fases. As discussões apresentadas mostram que as tecnologias adaptação/personalização/recomendação, estratégias de *feedback*, recursos de aprendizagem interativos e visualização da informação são recursos utilizados nas três fases da autorregulação. Os recursos sociais/colaborativos fomentam proativamente a SRL nas fases de execução e avaliação. Outras tecnologias, como agentes especialistas, dados ligados e Web semântica e modelo aberto do estudante mais interativos ainda podem ser explorados em outros momentos da SRL. Além disso, a maioria experimenta as tecnologias com o público do ensino superior, indicando uma lacuna para estudos no ensino básico e também no contexto informal e profissional. Por fim, ficou evidenciado que a maioria dos trabalhos não estabeleceu um paralelo explícito o modelo de SRL adotado, contudo, dentre aqueles que explicitaram o modelo empregado, a maioria utilizou o modelo de Zimmerman.

Como sugestões de trabalhos futuros, estudos para evidenciar quais estratégias de SRL (subprocessos) podem ser fomentadas de acordo com as intervenções tecnológicas utilizadas nos ambientes virtuais de aprendizagem são necessários. Uma limitação encontrada nos artigos selecionados, é que a maioria, não descrevem explicitamente como os recursos tecnológicos são empregados para fomentar ativamente a aprendizagem autorregulada, também apontando para lacunas a serem preenchidas futuramente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de Uberlândia (PPGCO/FACOM/UFU e PROPP/UFU) e do IFSULDEMINAS.

Referências

- Barria-Pineda, J., Guerra-Hollstein, J., e Brusilovsky, P. (2018). A fine-grained open learner model for an introductory programming course. In *Proceedings of the 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, página 53–61. ACM.
- Bremgartner, V., Netto, J. F., e de Menezes, C. (2017). Agent-based conceptual framework for collaborative educational resources adaptation in virtual learning environments. In *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*, páginas 1087–1096. SBC.
- Ferreira, V. e Vasconcelos, G. (2017). Recomendações de recursos educacionais baseadas em aprendizagem de máquina para autorregulação da aprendizagem. In *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*, páginas 1557–1566. SBC.
- Garcia, R., Falkner, K., e Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-regulated learning strategies using e-learning tools for computer science. *Computers & Education*, 123:150 – 163.
- Hadwin, A. F., Järvelä, S., e Miller, M. (2011). Self-regulated, co-regulated, and socially shared regulation of learning. In Zimmerman, B. J. e Schunk, D. H., editors, *Handbook of self-regulation of learning and performance*, Educational psychology handbook series, páginas 65–84. Routledge/Taylor & Francis Group.

- Kinshuk, Chen, N.-S., Cheng, I.-L., e Chew, S. W. (2016). Evolution is not enough: Revolutionizing current learning environments to smart learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26:561–581.
- Kitchenham, B. A. (2004). Procedures for Undertaking Systematic Reviews. Joint Technical Report, Computer Science Department, Keele University (TR/SE0401) and National ICT Australia Ltd. (0400011T.1).
- Kitsantas, A. (2013). Fostering college students' self-regulated learning with learning technologies. *Hellenic Journal of Psychology*, 10(3):235–252.
- Molenaar, I., Horvers, A., Dijkstra, R., e Baker, R. S. (2020). Personalized Visualizations to Promote Young Learners' SRL: The Learning Path App. In *Proceedings of the Tenth International Conf. on Learning Analytics & Knowledge*, página 330–339. ACM.
- Moreno, J. e Pineda, A. F. (2020). A framework for automated formative assessment in mathematics courses. *IEEE Access*, 8:30152–30159.
- Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, 8:422.
- Pintrich, P. R. e Groot, E. V. D. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, páginas 33–40.
- Puustinen, M. e Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45:269–286.
- Robal, T., Zhao, Y., Lofi, C., e Hauff, C. (2018). Intellieye: Enhancing mooc learners' video watching experience through real-time attention tracking. In *Proceedings of the 29th on Hypertext and Social Media*, página 106–114. ACM.
- Siadaty, M., Gašević, D., Jovanović, J., Milikić, N., Jeremić, Z., Ali, L., Giljanović, A., e Hatala, M. (2012). Learn-b: A social analytics-enabled tool for self-regulated workplace learning. In *Proceedings of the 2nd International Conf. on Learning Analytics and Knowledge*, página 115–119. ACM.
- Viberg, O., Khalil, M., e Baars, M. (2020). Self-regulated learning and learning analytics in online learning environments: a review of empirical research. In *Proceedings of the Tenth Int. Conf. on Learning Analytics & Knowledge*, páginas 524–533. ACM.
- Winne, P. H. e Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. Hacker, J. D. e Graesser, A., editors, *Metacognition in Educational Theory and Practice*, páginas 277–304. Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Yan, H. e Lin, J. (2019). Integrating web-based collaborative learning into the pronunciation curriculum. In *ACM ICDEL'19*, página 83–87.
- Zhang, X. e Cheng, H. N. H. (2019). Mining the patterns of graduate students' self-regulated learning behaviors in a negotiated online academic reading assessment. In *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on E-Society, E-Education and E-Technology*, página 109–114. ACM.
- Zimmerman, B. e Martinez-Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 23:614–628.
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11(4):307–313.