

# Revisão das Estratégias de Aprendizagem Autorregulada em Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Alana Viana Borges S. Neo<sup>1,2</sup>, José Antão Beltrão Moura<sup>1</sup>,  
Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo<sup>1</sup>, Giseldo S. Neo<sup>1,3</sup>,  
Olival de Gusmão Freitas Júnior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande – PB

<sup>2</sup>Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Corumbá – MS

<sup>3</sup>Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Viçosa – AL

<sup>4</sup>Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Maceió – AL

alana.neo@copin.ufcg.edu.br, {antao,joseana}@computacao.ufcg.edu.br  
giseldo.neo@ifal.edu.br, olival@ic.ufal.br

**Abstract.** *Online education, supported by Virtual Learning Environments (VLEs), presents challenges, such as the need for students to manage their learning effectively. Using Self-Regulated Learning (SRL) strategies to manage this learning can help them improve their academic performance. This support already exists in some VLEs that use Recommendation Systems (RSs). To identify research opportunities and analyze SRL strategies in RSs, a secondary systematic review of the last five years was carried out. The main contribution is an updated analysis of SRL practices that can guide educators and researchers. We concluded that the application of SRL in VLEs with RSs had a positive impact on academic performance. Furthermore, in most studies, the integration of RSs with personalized textual recommendations increased student motivation.*

**Resumo.** *A educação online, com o suporte de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), apresenta desafios, tais como a necessidade dos alunos gerenciarem sua própria aprendizagem de forma eficaz. O uso de estratégias de Autorregulação da Aprendizagem (ARA) para gerenciar essa aprendizagem, pode auxiliá-los a melhorar seu desempenho acadêmico. Esse apoio já acontece em alguns AVAs que utilizam Sistemas de Recomendação (SRs). Com o intuito de identificar oportunidades de pesquisa e analisar as estratégias de ARA em SRs, foi realizado uma revisão sistemática secundária dos últimos cinco anos. A principal contribuição é uma análise atualizada das práticas de ARA, que pode orientar educadores e pesquisadores. Concluímos que a aplicação de ARA em AVAs com SRs teve impacto positivo no desempenho acadêmico. Além disso, na maioria dos estudos analisados, a integração de SRs com recomendações textuais personalizadas aumentou a motivação dos estudantes.*

## 1. Introdução

A educação em um ambiente online, síncrono ou assíncrono, trouxe benefícios, tais como, acesso ao material em vários dispositivos, porém, trouxe desafios, tais como,

decidir o que, quando, como e por quanto tempo aprender [Cerezo et al. 2020]. Quando os alunos estão neste ambiente online precisam gerenciar diversos fatores e muitos deixam de atingir os objetivos propostos, o que pode provocar a desistência do estudante do curso [Hidayah et al. 2018]. Para mitigar este problema e apoiar os estudantes melhorando a autonomia na sua aprendizagem vários estudos são propostos para planejar tarefas e monitorar esse desempenho [Afzaal et al. 2021].

Estudos demonstraram que a falta de competências em estratégias de Autorregulação da Aprendizagem (ARA) pode ser um dos fatores que levam ao insucesso e, conseqüentemente, ao abandono da disciplina ou do curso [Afzaal et al. 2021]. Nesse contexto, para que o aprendizado na modalidade online seja bem-sucedido, os alunos precisam desenvolver bem essas habilidades de estratégias em ARA [Wang et al. 2021]. Alunos autorregulados têm consciência do seu processo de aprendizagem e podem desempenhar um papel ativo na adaptação a diferentes ambientes de aprendizagem [Leite et al. 2022].

Diante disso, é fundamental investigar quais estratégias em ARA são mais eficazes e quais podem ser recomendadas, visando auxiliar os alunos a melhorarem seu desempenho acadêmico. Além disso, a inclusão de ferramentas pedagógicas nesse processo tem apresentado bons resultados [Baptista 2023], bem como o uso de recomendações pedagógicas pode impactar positivamente estes estudantes [Silva et al. 2021].

O objetivo deste estudo é analisar e comparar estratégias de ARA para recomendação de objetos de aprendizagem em Sistemas de Recomendação (SRs), no contexto dos Ambientes virtuais de Aprendizagem (AVAs). Por sua vez, a análise e a comparação permitem vislumbrar o estado da arte e identificar oportunidades de investigação sobre o tema. Para isso, a revisão aborda seis questões de pesquisa (QPs) apresentadas na Tabela 1. As QP1 a QP5 são respondidas a partir da extração dos dados dos artigos incluídos na revisão. Já a resposta a questão QP6 é extraída de análise subjetiva e complementar das questões anteriores. O método utilizado foi uma revisão sistemática secundária dos últimos 5 anos.

As principais contribuições deste estudo são (i) uma análise atualizada de trabalhos recentes sobre o tema que pode servir de apoio para orientar educadores, profissionais de TI e pesquisadores interessados em compreender, construir ou aplicar SRs baseados em estratégias de ARA integrados em AVAs; além disso, (ii) o fornecimento de uma base de conhecimento científico para referência e pesquisa futuras.

**Tabela 1. Questões de pesquisa.**

ID	Questões de pesquisa
QP1	Qual o impacto da ARA e da interação dos alunos nas recomendações?
QP2	Quais as estratégias de ARA são utilizadas pelos alunos?
QP3	Como o aluno influencia sua capacidade de autorregular seu aprendizado?
QP4	Como medir as estratégias de ARA?
QP5	Quais conjuntos de dados utilizados?
QP6	Quais são as oportunidades promissoras para futuras pesquisas?

O restante do artigo está dividido em 5 seções. A seção 2 fornece uma breve visão geral dos conceitos de AVAs, SRs e ARA, visando facilitar a leitura das seções

seguintes. A seção 3 apresentará a metodologia adotada na pesquisa. A seção 4 analisa as descobertas referentes as questões de pesquisa QP1-5. A seção 4.2 explora as lacunas de pesquisa nas descobertas (QP6). As referidas lacunas, se reduzidas, poderão expandir a fronteira de conhecimento deste tema. A seção 5 traz as considerações finais desse estudo.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)**

O AVA é um recurso educacional tecnológico no qual o processo de aprendizagem depende da utilização de um ambiente informatizado e/ou de recursos online [Al-Obaydi 2020]. No AVA, os alunos realizam atividades educativas, respondem questionários, assistem videoaulas e estudam materiais de leitura [Al-Obaydi 2020].

O AVA pode ser um fator positivo no desenvolvimento dos processos de ARA, possibilitando que os alunos se concentrem mais nas atividades propostas [Lima and Silva 2010]. Vários AVAs surgiram ao longo do tempo para apoiar a ARA, oferecendo instruções personalizadas ou *feedback* aos alunos sem a intervenção do professor [Wang et al. 2022]. Alguns estudos desenvolveram AVAs complementados com suportes metacognitivos, permitindo aos alunos implementarem estratégias metacognitivas importantes e demonstraram ganhos de aprendizagem para alunos que o utilizaram [Hidayah et al. 2018, Odilinye and Popowich 2020].

As recomendações em um AVA proporcionam benefícios adicionais aos alunos que as seguem, melhorando sua motivação e desempenho [Takami et al. 2022]. A recomendação pode ser mais útil porque pode usar as ações e interações dos alunos, gestos e cliques do mouse, padrões e processos de aprendizagem, refletindo os eventos cognitivos e metacognitivos dos alunos [Cerezo et al. 2020].

### **2.2. Sistemas de Recomendação (SRs)**

Os SRs ganharam popularidade na área educacional, oferecendo diversos tipos de recomendações para alunos, professores e escolas; identificar materiais de aprendizagem interessantes a partir de um grande conjunto de recursos e reduzir a sobrecarga de informações, recomendando o conteúdo certo, no momento certo e no formato certo para o aluno [Odilinye and Popowich 2020]. Essas recomendações são importantes para o processo de aprendizagem, permitindo que professores e alunos encontrem conteúdos adequadamente, de acordo com seu perfil e necessidades [Brito et al. 2014, Dwivedi and Roshni 2017, Obeid et al. 2018].

Alguns SRs são projetados para apoiar estratégias de ARA, fornecendo recomendações sob demanda ou automaticamente quando certas condições são atendidas [Odilinye and Popowich 2020]. Para SRs autorregulados, é necessária a personalização das recomendações por meio de um “modelo do aluno” [Hidayah et al. 2018]. Recomendações de aprendizagem personalizadas são necessárias para atender às necessidades e preferências específicas de aprendizagem de cada aluno e melhorar a experiência de aprendizagem. Cada aluno tem necessidades individuais e requisitos específicos, e o “modelo do aluno” é usado para capturar informações sobre as características do aluno, tais como, objetivos de aprendizagem, estilo de aprendizagem, conhecimento prévio e outros [Odilinye and Popowich 2020].

### 2.3. Autorregulação da Aprendizagem (ARA)

A ARA define o grau em que os alunos são participantes metacognitivos (capacidade dos alunos de estabelecer planos, horários ou metas para monitorar ou avaliar seu progresso de aprendizagem), motivacionais (alunos que são automotivados e dispostos a assumir a responsabilidade pelos seus sucessos ou fracassos) e comportamentalmente ativos na sua aprendizagem. Para a aprendizagem ser eficaz, os alunos precisam ativar, sustentar e ajustar intencionalmente sua cognição, afeto e comportamento para atingir seus objetivos de aprendizagem [Kuo et al. 2014, Wang et al. 2021].

Um aluno autorregulado é aquele que aborda as tarefas educacionais com confiança, diligência e desenvoltura. Portanto, os alunos autorregulados podem avaliar suas estratégias de aprendizagem e escolher suas habilidades e áreas de fraqueza, ao poderem modificar suas estratégias para alcançar o resultado acadêmico desejado [McLellan and Jackson 2017, Wang et al. 2022].

A escolha e o acompanhamento das estratégias de aprendizagem são fatores fundamentais no processo de aprendizagem do aluno [Hidayah et al. 2018]. As propostas de ARA incluem modelos que consideram a regulação do afeto, do comportamento e da cognição, reconhecendo a importância da gestão emocional [Boruchovitch 2014, Ben-Eliyahu and Linnenbrink-Garcia 2015]. Estudos indicam que o desempenho acadêmico dos alunos depende de diversos fatores, incluindo processos de autorregulação que contribuem para a motivação e aprendizagem acadêmica [Ben-Eliyahu and Linnenbrink-Garcia 2015, Soares 2018].

Por fim, existem algumas maneiras de medir as estratégias em estratégias de ARA. Uma delas é o Questionário de Estratégias de Aprendizagem Motivadas (MSLQ), em inglês *Motivated Strategies for Learning Questionnaire*. O MSLQ é uma escala métrica desenvolvida por [Pintrich et al. 1991] que utiliza 81 itens para avaliar a orientação motivacional e as estratégias de aprendizagem dos alunos em um curso ou disciplina específica. Outra forma é a Escala de Autorregulação de Aprendizagem Online (EAREL) que se concentra em estratégias de ARA para atividades de ensino à distância, para medir as habilidades de autorregulação dos alunos [Pierrot et al. 2021].

## 3. Metodologia

A metodologia utilizada consistiu em um estudo secundário para identificar, analisar e interpretar informações relacionadas às questões de pesquisa apresentadas na Tabela 1, com uma análise qualitativa dos resultados. As atividades realizadas incluíram o planejamento, a condução e o relato dos resultados [Kitchenham et al. 2007]. Inicialmente, foi elaborado um protocolo de revisão, que envolveu a definição das questões de pesquisa, os termos de busca a definição dos critérios de inclusão e exclusão. Esses procedimentos foram registrados na ferramenta online gratuita Parsif.al<sup>1</sup>.

**Termos de Pesquisa:** Com base nos requisitos, o termo de busca foi proposto com o auxílio da estrutura População, Intervenção, Comparação, Resultado e Contexto (PICOC). O PICOC é utilizado para formular questões de pesquisa em revisões sistemáticas, ao abranger todos os elementos necessários para construir questões com foco no objetivo real [Babar and Zhang 2009]. Apresentamos na Tabela 2 o PICOC desta revisão.

---

<sup>1</sup><https://parsif.al/>

**Tabela 2. PICOC da Revisão Sistemática da Literatura.**

Aspecto	Valor
População (P)	Autorregulação de aprendizagem
Intervenção (I)	Sistemas de Recomendação
Comparação (C)	Outras revisões de literatura
Resultados (O)	Pesquisas onde as estratégias de ARA são utilizadas para melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes.
Contexto (C)	Educação Online, ambientes virtuais de aprendizagem, últimos 5 anos.

No total, foram utilizadas três palavras-chave em língua inglesa como termos de busca. Primeiro, palavras-chave relacionadas à autorregulação da aprendizagem (“self-regulation” OR “self-regulated”). Em seguida, palavras-chave relacionadas à educação online e aos ambientes virtuais de aprendizagem (“e-learning” OR “online education” OR “online learning” OR “ITS” OR “MOOC” OR “LMS”). E, por fim, as palavras-chave relacionadas aos sistemas de recomendação (“recommendation systems”). O termo de pesquisa utilizado tem, portanto, a seguinte sintaxe lógica: [(“self-regulation” OR “self-regulated”) AND (“e-learning” OR “online education” OR “online learning” OR “ITS” OR “MOOC” OR “LMS”) AND (“recommendation systems”)].

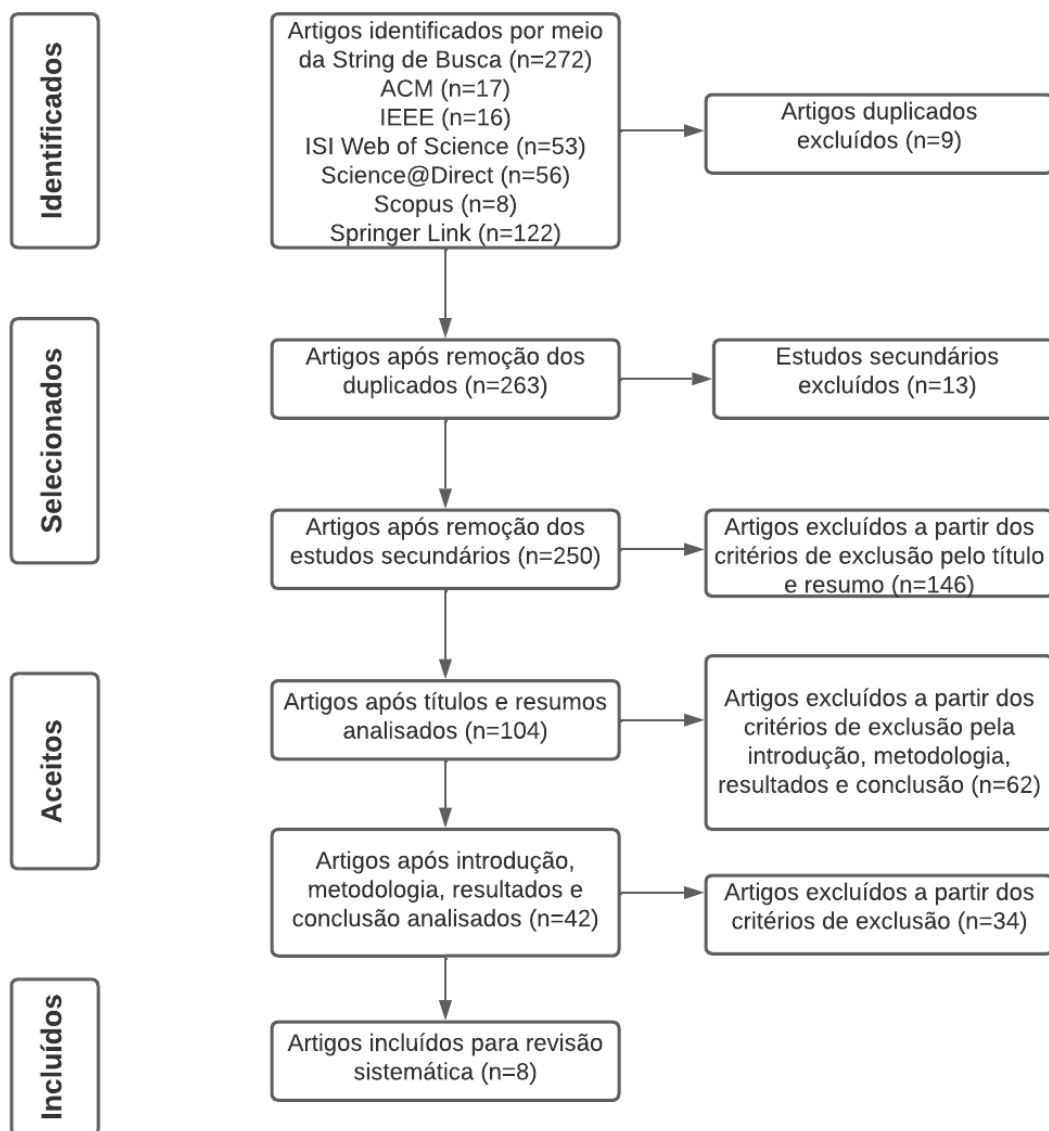
**Seleção de Artigos:** O processo de seleção dos artigos seguiu as recomendações do PRISMA [Moher et al. 2010]. A Figura 1 apresenta os dados do protocolo da revisão. Inicialmente foram identificados 272 resultados nos bancos de dados utilizados conforme indicado na Tabela 3.

Lista de Bases	Quantidade de Artigos
ACM Digital Library	17
IEEE Digital Library	16
ISI Web of Science	53
ScienceDirect	56
Scopus	8
<b>Total</b>	<b>272</b>

**Tabela 3. Quantidade de artigos selecionados pelo Termo de Busca**

Entre os 272 artigos selecionados, foram encontradas 13 revisões sistemáticas da literatura. [Aguiar et al. 2015] constataram que os estudos, em sua maioria, utilizaram uma estratégia empírica experimental, mas que combinaram muitas vezes com a estratégia de survey. [Rasheed et al. 2020] realizou outra revisão sistemática para identificar os desafios do componente online no ensino híbrido na perspectiva de alunos, professores e instituições de ensino, a conclusão foi que os desafios que os alunos enfrentam estão relacionados com a autorregulação e a utilização de tecnologias de aprendizagem.

Na fase de seleção dos artigos, foram excluídos 9 artigos duplicados, 1 artigo do IEEE, 2 artigos da Web of Science, 5 artigos da Scopus e 1 artigo da SpringerLink; nenhum artigo da ACM e ScienceDirect foi excluído nesta fase. Critérios de seleção foram desenvolvidos para selecionar artigos que discutam abordagens e estratégias em ARA com SRs no contexto de AVAs. Conforme os objetivos da pesquisa, foram adotados critérios de inclusão e exclusão, conforme Tabela 4.



**Figura 1. Fluxograma de seleção utilizado nesta pesquisa baseado no PRISMA [Moher et al. 2010].**

Com base nos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 104 artigos através da leitura do título e resumo, em seguida selecionamos 42 artigos com base na leitura da introdução, metodologia, resultados e conclusão. Finalizamos a seleção dos artigos utilizando os critérios de inclusão e exclusão e selecionamos 8 artigos, sendo 3 artigos do IEEE, 1 artigo da Web of Science, 1 artigo da ScienceDirect, 1 artigo da Scopus e 2 artigos da SpringerLink. Não foram selecionados artigos da Biblioteca Digital da ACM, pois todos eles foram excluídos com base nos critérios.

Na fase de extração de dados, extraímos dados relacionados ao contexto da pesquisa. Os dados extraídos foram: se uma ferramenta foi utilizada ou proposta e qual ferramenta foi utilizada ou proposta; o impacto da autorregulação e da dinâmica de interação dos estudantes nas recomendações do AVA; as estratégias de autorregulação da

**Tabela 4. Critérios de inclusão e exclusão.**

<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Estudos que apresentem algumas abordagens à autorregulação em ambientes de aprendizagem.</li><li>2. Estudos que forneçam evidências empíricas sobre as vantagens da utilização de técnicas de autorregulação.</li><li>3. Estudos que focam no uso de técnicas de ARA para melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos e ajudar professores e tutores a gerenciarem seus alunos e grupos.</li><li>4. Estudos revisados por pares que fornecem respostas a questões de pesquisa.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Estudos duplicados.</li><li>2. Artigos publicados antes de 2018.</li><li>3. Publicações não relacionadas à área educacional.</li><li>4. Estudos não relacionados ao AVA.</li><li>5. Estudos não relacionados a sistemas de recomendação.</li><li>6. Estudos que não apresentam abordagens sobre ARA.</li><li>7. Estudos não revisados por pares.</li><li>8. Estudos secundários.</li><li>9. Literatura cinzenta.</li></ol>

aprendizagem realizadas pelos alunos do AVA; por fim, como as estratégias em ARA foram medidas e quais conjuntos de dados foram usados.

## **4. Resultados**

### **4.1. Estado da arte (QP1-5)**

Os artigos selecionados nesta revisão são apresentados na Tabela 5. Tomados em conjunto, estes estudos oferecem um retrato do estado da arte do tema de interesse e indicam uma tendência positiva no uso de tecnologias de recomendação para promover a autorregulação, personalizando a experiência de aprendizagem e dando *feedback* valioso aos alunos. No entanto, é importante reconhecer que as implementações devem considerar a diversidade dos contextos educativos e as necessidades de cada aluno.

Os artigos incluídos nesta revisão de literatura abordam os impactos das estratégias de ARA no desempenho acadêmico dos alunos, bem como a autorregulação é medida e quais bases de dados são utilizadas. Nas subseções seguintes, fornecemos respostas às questões de pesquisa 1 a 5.

#### **4.1.1. Qual o impacto da autorregulação e da interação dos alunos nas recomendações? (QP1)**

A utilização das estratégias em ARA tem impacto positivo significativo na interação dos alunos com o AVA, sendo um dos principais fatores para as recomendações recebidas serem as mais assertivas possíveis, auxiliando no desempenho acadêmico dos alunos. No estudo de [Odilinye and Popowich 2020], estratégias metacognitivas geradas pelos alunos, como destacar e marcar texto, foram necessárias para construir um modelo de aprendizagem que permitisse recomendações personalizadas apropriadas para a conclusão de tarefas educacionais. Em [Wang et al. 2022], após adaptar o AVA existente usando o Algoritmo de Questionário Personalizado e o Algoritmo de Recomendação de Conhecimento, foram gerados questionários e recomendações adaptativamente personalizados para alunos, apoiando a ARA do estudante.

**Tabela 5. Artigos Selecionados**

<b>Artigo</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>
IFSE - Personalized Quiz Generator and Intelligent Knowledge Recommendation	Wang, Li, Zimmermann, Pinkwart, Werde, Van Rijn, DeWitt e Baudach	2022
The relationship between self-regulated student use of a virtual learning environment for algebra and student achievement: An examination of the role of teacher orchestration	Leite, Kuang, Jing, Xing, Cavanaugh e Huggins-Manley	2022
Promoting self-regulated learning strategies for first-year students through the COMPER service	Pierrot, Michel, Broisin, Guin, Lefevre e Venant	2021
Automatic and Intelligent Recommendations to Support Students' Self-Regulation	Afzaal, Nouri, Zia, Papapetrou, Fors, Wu, Li e Weegar.	2021
Facilitating English Grammar Learning by a Personalized Mobile-Assisted System With a Self-Regulated Learning Mechanism	Wang, Chen e Zhang	2021
Personalized Recommender System Using Learners' Metacognitive Reading Activities	Odilinye e Popowich	2020
Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning	Cerezo, Bogarín, Esteban e Romero.	2020
A Framework for Improving Recommendation in Adaptive Metacognitive Scaffolding	Hidayah, Adji e Setiawan	2018

Estudos como os de [Afzaal et al. 2021, Hidayah et al. 2018, Wang et al. 2021] demonstraram que as estratégias em ARA tiveram um impacto positivo no desempenho acadêmico. [Afzaal et al. 2021] contribuiu oferecendo recomendações automáticas e inteligentes desenvolvidas a partir de algoritmos para ajudar alunos e professores a entenderem quais recursos um aluno deve trabalhar para atingir o nível de desempenho desejado. [Hidayah et al. 2018] contribuiu para a geração de recomendações objetivas e subjetivas, com recomendações para a utilização de estratégias que contribuam para as estratégias em ARA dos alunos e a melhoria do desempenho acadêmico.

Por fim, [Wang et al. 2021] demonstraram que os participantes que usaram ARA superaram significativamente os participantes do grupo de controle nas pontuações dos testes. Em [Cerezo et al. 2020], o desenvolvimento de sistemas de alerta para prever alunos em risco durante um curso, e a personalização de AVAs autorregulados, com a construção de SRs baseados em diferentes comportamentos de ARA, teve impacto positivo no desempenho acadêmico dos alunos. Evidências consistentes desses estudos reforçam a conclusão de que promover estratégia de ARA é importante para otimizar a experiência de aprendizagem nos AVAs, fornecendo recomendações mais eficazes e contribuindo diretamente para o sucesso acadêmico.



#### 4.1.2. Quais estratégias de estratégias de ARAs são utilizadas pelos alunos? (QP2)

Os alunos utilizam estratégias de ARA de diversas formas, para avaliar sua experiência no curso, motivação para concluir o curso, realizar tarefas, analisar o tempo para concluir a tarefa e analisar a conclusão e notas obtidas no curso [Afzaal et al. 2021]. Eles também realizam estratégias relacionadas à definição de seu objetivo de aprendizagem, à decisão do nível do material de aprendizagem, à escolha entre revisar questões anteriormente respondidas incorretamente ou a novas questões e ao recebimento de um relatório com seu desempenho para reflexão sobre a aprendizagem [Wang et al. 2021].

Os alunos realizam algumas atividades de leitura metacognitiva (por exemplo, marcação de texto) para extrair as informações mais relevantes do texto [Odilinye and Popowich 2020]. Além disso, eles utilizam estratégias de ação indicativas de compreensão e aprendizagem dos materiais, ações de implementação e revisão [Cerezo et al. 2020], estratégias para organizar o contexto de aprendizagem e solicitar apoio dos pares [Pierrot et al. 2021], estratégias para monitorar o desempenho e tarefas de auto adaptação [Wang et al. 2022]. Em [Leite et al. 2022] e [Hidayah et al. 2018] eles usaram estratégias de autorregulação metacognitiva, como monitoramento, regulação de esforço e metacognição como autoteste [Leite et al. 2022].

O uso de estratégias em ARA desempenha um papel crucial no aumento do desempenho acadêmico dos alunos em AVAs. A diversidade e o alcance destas estratégias realçam a importância de promover ambientes educativos que não só reconheçam, mas também incentivem ativamente a autorregulação, capacitando os alunos a moldarem a sua própria experiência de aprendizagem, visando alcançarem resultados acadêmicos mais significativos.

#### 4.1.3. Como o aluno influencia sua capacidade de autorregular seu aprendizado? (QP3)

[Pierrot et al. 2021] apresenta algumas atitudes dos estudantes que influenciam sua capacidade de autorregulação. Segundo [Pierrot et al. 2021], os alunos **evadidos** não utilizam nenhuma das estratégias de ARA, eles procrastinam e se comunicam pouco com os colegas, enquanto os alunos **seguidores** utilizam algumas estratégias, mas procrastinam e trabalham comunicando-se com os colegas. No entanto, os alunos mais **solitários** utilizam estratégias, não procrastinam, e mesmo assim, não se comunicam com os seus pares. Finalmente, os alunos **eficazes** utilizam estratégias de autorregulação, não procrastinam e se comunicam com os seus pares. Ao considerar as diversas posições dos alunos, agrupando-as em evadidos, seguidores, solitários ou eficazes, em relação à autorregulação, os educadores podem desenvolver estratégias mais direcionadas e personalizadas para apoiar o desenvolvimento acadêmico e a autorregulação dos alunos nos AVAs.

#### 4.1.4. Como medir as estratégias de ARA? (QP4)

As estratégias de ARA podem ser medidas analisando os dados dos alunos no AVA. Em [Afzaal et al. 2021], elas foram avaliadas por meio da análise do desempenho

dos alunos em um curso de programação. Inicialmente, foram avaliadas a experiência e a motivação dos alunos, seguida de uma análise das tarefas relacionadas à pontuação e ao tempo gasto, em seguida foram examinados os atributos de conclusão da atividade, incluindo contagem de visualizações de vídeos, materiais e fóruns, seguido por uma análise das notas dos alunos. Para prever o desempenho futuro foram realizados testes com algoritmos de Inteligência Artificial, com a Rede Neural Artificial superando as demais em todas as medidas, embora Random Forest tenha sido semelhante na predição; K-Nearest Neighbors e Support Vector Machines produziram resultados idênticos em todas as tarefas. Por outro lado, a Regressão Logística teve um desempenho pior que os demais algoritmos. [Hidayah et al. 2018] também mediu as estratégias de ARA analisando dados dos alunos no AVA. A partir da interação do aluno com o sistema e da definição de seus objetivos, foi possível desenvolver um **modelo do aluno** em seu sistema.

Outra forma de mensurar as estratégias de ARA, é a análise dos dados da interação dos alunos no AVA. No estudo [Cerezo et al. 2020], estes dados foram extraídos e relacionados a quatro atributos: tempo, identificadores dos alunos (ID), ação e informações. As estratégias também podem ser medidas coletando estes tipos de informações de aprendizagem.

Por fim, [Wang et al. 2022] monitoraram o desempenho dos alunos por meio de respostas a questionários. O sistema proposto, dá feedback adaptativo com base no conhecimento do aluno, conectando conceitos de conhecimento diretamente às opções do questionário. Os materiais de aprendizagem eram vinculados as estratégias de ARA, facilitando a identificação de lacunas ou erros de conhecimento. O sistema também dá feedback preciso para respostas erradas e recomenda conteúdo adicional quando os alunos respondem corretamente.

Em resumo, a análise de dados nos AVAs surge como uma ferramenta versátil e eficaz para medir as estratégias de ARA. A combinação de métodos objetivos, como algoritmos de aprendizagem de máquina, ou com abordagens subjetivas, como questionários e escalas, proporcionam uma visão abrangente e significativa do processo de autorregulação dos alunos no AVA. Estes resultados podem orientar práticas pedagógicas e estratégias de ensino mais personalizadas e eficazes.

#### 4.1.5. Quais conjuntos de dados utilizados? (QP5)

Todos os artigos utilizaram dados reais de alunos coletados em AVAs com informações sobre as atividades educacionais dos alunos durante um curso. Os AVAs utilizados foram Moodle [Cerezo et al. 2020, Wang et al. 2022], nStudy (link do AVA não encontrado na web) [Odilinye and Popowich 2020], plataforma de exercícios [Pierrot et al. 2021], sistema móvel assistido personalizado (COMPER - não encontrado link do AVA na web) [Wang et al. 2021] e Math Nation<sup>2</sup> [Leite et al. 2022]. Já, [Afzaal et al. 2021] e [Hidayah et al. 2018], não especificaram o nome dos AVAs utilizados.

Em [Afzaal et al. 2021, Hidayah et al. 2018, Pierrot et al. 2021] foram utilizados dados do AVA de estudantes da área de computação. [Wang et al. 2021] utilizaram da-

---

<sup>2</sup><https://www.mathnation.com/>

dos de notas de pré e pós-teste, de alunos selecionados aleatoriamente. A pesquisa da [Cerezo et al. 2020] utilizou dados de alunos de graduação de um curso online no Moodle. Os registros do AVA foram extraídos de eventos reais e foram relevantes para o processo de autorregulação da aprendizagem e do desempenho acadêmico do curso; as variáveis foram: horário, carteira do aluno (para manter o anonimato), ação e informações,

Por fim, a pesquisa de [Hidayah et al. 2018] também utilizou dados de registro de interação dos alunos no AVA, mas o AVA utilizado não foi especificado. Em [Leite et al. 2022] foram utilizados dados do Math Nation e integrados ao sistema de informação dos alunos. Em [Wang et al. 2022] foram usados dois conjuntos de dados, um pequeno conjunto de dados com 1.000 alunos e 10.000 opções de perguntas, e um grande conjunto de dados com 10.000 alunos e 100.000 opções. Em [Odilinye and Popowich 2020] foram utilizados dados de 49 estudantes de graduação de uma universidade canadense.

Em resumo, a coleta de dados em AVAs fornece um direcionamento para investigar estratégias de ARA em AVAs. Algumas das variáveis coletadas não são compartilhadas entre os estudos analisados contribuindo para uma necessidade de levantamento de quais são as variáveis e qual o efeito de sua influência.

#### **4.2. Quais são as oportunidades promissoras para futuras pesquisas (QP6)**

Nesta seção verificamos o que os artigos selecionados/revisados sugerem como trabalhos futuros e identificamos as oportunidades encontradas para pesquisas futuras.

[Afzaal et al. 2021] sugere utilizar experimentos em conjuntos de dados maiores e colaboração com professores para determinar a eficácia das propostas apresentadas [Afzaal et al. 2021]. Outra sugestão é implementar e testar a funcionalidade de recomendação do uso de estratégias de ARA em ambiente de sala de aula com alunos em diferentes cursos [Hidayah et al. 2018].

Além disso mais estudos são necessários para entender quais recursos de design levam os alunos a aceitarem melhor as recomendações. Outra sugestão, é compreender melhor as motivações dos alunos para utilizar estes serviços e qual a melhor forma de adaptar o design e a implementação às suas necessidades [Pierrot et al. 2021]. Pesquisas futuras podem investigar como a integração de outras funcionalidades do AVA pode ser incluída em um sistema de recomendação de aprendizagem personalizada, como aprendizagem colaborativa e em um módulo de geração de perguntas automáticas [Odilinye and Popowich 2020].

Uma possibilidade identificada é incorporar mais funções de processamento de linguagem natural ao AVA. Além disso, coletar novos tipos de informações de aprendizagem dos alunos [Wang et al. 2022]. Outra sugestão é verificar se as descobertas funcionam entre os diferentes tipos de plataformas de aprendizagem, síncrono, assíncrono, presencial com AVA, totalmente com AVA, tais como, um MOOC como o Coursera<sup>3</sup>, uma plataforma EAD híbrida como o Canva<sup>4</sup>, Moodle<sup>5</sup> ou Google Sala de Aula<sup>6</sup> [Cerezo et al. 2020].

---

<sup>3</sup><https://www.coursera.org/>

<sup>4</sup><https://www.canva.com/>

<sup>5</sup><https://moodle.org/>

<sup>6</sup><https://classroom.google.com/>

Também é importante que estudos futuros considerem as características de aprendizagem dos alunos, tais como seus estilos de aprendizagem cognitiva, e examinem se alunos de vários perfis de aprendizagem se beneficiariam de forma diferente com este sistema [Wang et al. 2021]. Outras estratégias, como a **procura de ajuda** ou a **aprendizagem entre pares**, podem ser utilizadas. Pesquisas futuras poderiam incluir mais estratégias de ARA e investigar se atividades selecionadas por professores continuam a moderar a relação entre a ARA dos alunos e o desempenho [Leite et al. 2022].

Detectamos que a montagem de perfil dos construtos (também chamados de fatores ou variáveis) de autorregulação têm sido realizados por diversos questionários, muitas vezes adaptados às necessidades específicas dos autores. Um questionário de avaliação das estratégias de ARA específico para AVAs que possa calcular indicadores com análise fatorial exploratória e confirmatória poderiam ser um ponto de avanço nas pesquisas que utilizam ARA. Outra possibilidade é integrar os AVAs aos mecanismos de SRs e recomendar objetos educacionais para melhorar o desempenho dos estudantes.

## 5. Considerações finais

Esta revisão contribuiu para fornecer mais informações sobre como a ARA foram utilizadas nos últimos 5 anos em AVAs, buscando destacar como a autorregulação é medida, quais estratégias de autorregulação são utilizadas e qual o impacto das estratégias de ARA no desempenho dos alunos.

Em resumo, os achados confirmam que a aplicação de estratégias de autorregulação influencia positivamente o desempenho acadêmico e contribuem para o alcance de objetivos educacionais. Além disso, SRs e personalização de ambientes online baseados em comportamentos de ARA têm um impacto positivo ao prever alunos em risco de evasão e proporcionam uma experiência de aprendizagem mais eficaz.

Os estudos também sugerem que medir a aprendizagem é possível por meio da análise dos dados gerados nos AVAs. Ainda assim, os estudos destacam a necessidade contínua de integrar e melhorar as estratégias nestes ambientes. Além disso, a promoção ativa e consciente da ARA pelos alunos contribui não apenas para o desenvolvimento acadêmico, mas também reflete um envolvimento profundo e engajado com o material de aprendizagem.

As principais conclusões e oportunidades de investigação foram compreender as motivações dos alunos para utilizar AVAs, personalizar o design e implementação de acordo com suas necessidades dos estudantes, por fim, uma lacuna identificada foi incorporar funções de processamento de linguagem natural nos SRs. Pesquisas futuras podem focar em como técnicas mais recentes (tais como Modelo de Linguagem de Grande Porte, em inglês *Large Language Model* - LLM) podem apoiar professores e alunos nesse processo. Além disso, sugerimos a implementação de experimentos em conjuntos de dados maiores e a colaboração com professores para validação de novas propostas.

## Disponibilidade de artefatos

Os artefatos da revisão, tais como, planilha com o nome dos artigos incluídos e os aceitos, e o resultado da extração dos dados, estão disponíveis em <https://github.com/giseldo/artigo-sbie-rev-autorregulacao-artefatos/>.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- Afzaal, M., Nouri, J., Zia, A., Papapetrou, P., Fors, U., Wu, Y., Li, X., and Weegar, R. (2021). Automatic and intelligent recommendations to support students' self-regulation. In *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 336–338. IEEE.
- Aguiar, J., Santos, S., Fachine, J., and Costa, E. (2015). Avaliação de Sistemas de Recomendação Educacionais no Brasil: uma revisão sistemática da literatura. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2015 (SBIE)*, volume 26, page 1255.
- Al-Obaydi, L. H. (2020). Using virtual learning environment as a medium of instruction in EFL context: College teachers' attitudes. *Intensive Journal*, 3(2):18–30.
- Babar, M. A. and Zhang, H. (2009). Systematic literature reviews in software engineering: Preliminary results from interviews with researchers. In *2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pages 346–355. IEEE.
- Baptista, A. (2023). Modelo Pedagógico LearnT para o desenvolvimento da Autorregulação da Aprendizagem e do Pensamento Computacional em Cursos de Licenciatura. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 1886–1895, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Ben-Eliyahu, A. and Linnenbrink-Garcia, L. (2015). Integrating the regulation of affect, behavior, and cognition into self-regulated learning paradigms among secondary and post-secondary students. *Metacognition and learning*, 10:15–42.
- Boruchovitch, E. (2014). Autorregulação da aprendizagem: contribuições da psicologia educacional para a formação de professores. *Psicologia Escolar e Educacional*, 18:401–409.
- Brito, P. H., Bittencourt, I. I., Machado, A. P., Costa, E., Holanda, O., Ferreira, R., and Ribeiro, T. (2014). A systematic approach for designing educational recommender systems. In *Software Design and Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, pages 1264–1288. IGI Global.
- Cerezo, R., Bogarín, A., Esteban, M., and Romero, C. (2020). Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1):74–88.
- Dwivedi, S. and Roshni, V. K. (2017). Recommender system for big data in education. In *2017 5th National Conference on E-Learning & E-Learning Technologies (ELEL-TECH)*, pages 1–4. IEEE.
- Hidayah, I., Adji, T., and Setiawan, N. (2018). A framework for improving recommendation in adaptive metacognitive scaffolding. In *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, pages 1–5. IEEE.
- Kitchenham, B., Charters, S., et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.

- Kuo, Y.-C., Walker, A. E., Schroder, K. E., and Belland, B. R. (2014). Interaction, Internet self-efficacy, and self-regulated learning as predictors of student satisfaction in online education courses. *The internet and higher education*, 20:35–50.
- Leite, W. L., Kuang, H., Jing, Z., Xing, W., Cavanaugh, C., and Huggins-Manley, A. C. (2022). The relationship between self-regulated student use of a virtual learning environment for algebra and student achievement: An examination of the role of teacher orchestration. *Computers & Education*, 191:104615.
- Lima, J. C. M. P. d. and Silva, B. D. d. (2010). TIC e processos de auto-regulação da aprendizagem. *Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEd)*.
- McLellan, C. K. and Jackson, D. L. (2017). Personality, self-regulated learning, and academic entitlement. *Social Psychology of Education*, 20:159–178.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Group, P., et al. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 8(5):336–341.
- Obeid, C., Lahoud, I., El Khoury, H., and Champin, P.-A. (2018). Ontology-based recommender system in higher education. In *Companion proceedings of the the web conference 2018*, pages 1031–1034.
- Odilinye, L. and Popowich, F. (2020). Personalized Recommender System Using Learners’ Metacognitive Reading Activities. In *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 10th International Conference*, pages 195–205. Springer.
- Pierrot, L., Michel, C., Broisin, J., Guin, N., Lefevre, M., and Venant, R. (2021). Promoting Self-Regulated Learning Strategies for First-Year Students through the COMPER Service. *International Association for Development of the Information Society*.
- Pintrich, P. R. et al. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *ERIC*.
- Rasheed, R. A., Kamsin, A., and Abdullah, N. A. (2020). Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers & Education*, 144:103701.
- Silva, V., Ferreira, H., Torres, A., and Rodrigues, F. (2021). Math Suggestion: Uma Ferramenta de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Fundamentada nos Princípios das Avaliações de Autoeficácia e Análise de Desempenho. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 237–248, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Soares, L. T. (2018). Aprendizagem autorregulada: uma revisão bibliográfica. *Anais do SIMPOM*, 5.
- Takami, K., Dai, Y., Flanagan, B., and Ogata, H. (2022). Educational explainable recommender usage and its effectiveness in high school summer vacation assignment. In *LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, pages 458–464.
- Wang, X., Chen, J., and Zhang, T. (2021). Facilitating English grammar learning by a personalized mobile-assisted system with a self-regulated learning mechanism. *Frontiers in Psychology*, 12:624430.

Wang, X., Li, H., Zimmermann, A., Pinkwart, N., Werde, S., Van Rijn, L., De Witt, C., and Baudach, B. (2022). IFSE-Personalized Quiz Generator and Intelligent Knowledge Recommendation. In *2022 IEEE 16th International Conference on Semantic Computing (ICSC)*, pages 201–208. IEEE.