



Revisão Sistemática da Literatura

Tema: Registro de Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

Victor Antunes Vieira^{1,2}, Bruno Gadelha¹

victor.vieira@ifac.edu.br, bruno@icomp.ufam.edu.br

¹Grupo de Sistemas Inteligentes (GSI)
Instituto de Computação (IComp)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Manaus/AM

²Grupo de Informática para Pesquisa em Computação
Instituto Federal do Acre (IFAC)
Rio Branco/AC

Grupo de Sistemas Inteligentes (GSI)
Instituto de Computação (IComp)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Manaus, Amazonas 69077-000
URL: www.gsiufam.com/site

Relatório Técnico RT-GSI-2018-0002

Revisão Sistemática da Literatura

Tema: Registro de Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

Resumo: Este relatório técnico apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre registro de experiências de uso de laboratórios virtuais (LVs), realizada para a descoberta de tecnologias utilizadas para esses registros. A RSL seguiu as diretrizes de Kitchenham e Chartes [2007]. Compõem os trabalhos aceitos nos dois filtros 37 artigos publicados a partir de 2010.

Revisão Sistemática da Literatura sobre Registro de Experiências de Uso de LVs

Este relatório técnico fornece uma visão geral das tecnologias existentes para o registro de experiência de uso de LVs que foram publicadas a partir do ano de 2010. O motivo da opção por trabalhos a partir de 2010 é o fato de terem sido encontrados trabalhos relevantes nas buscas iniciais a partir dessa data. Destaca-se que não foi encontrada, nas buscas iniciais, nenhuma outra revisão ou mapeamento sistemático sobre o mesmo assunto que pudesse ser utilizada como ponto de partida.

O estudo foi realizado com o auxílio da ferramenta StArt – *State of the Art through Systematic Review* [Fabbri *et al.*, 2016], considerando as diretrizes fornecidas por Kitchenham e Chartes [2007], utilizando métodos sistemáticos e explícitos para identificar, avaliar e interpretar todos os trabalhos relevantes para a questão de pesquisa definida. Três etapas foram desenvolvidas: **planejamento**, **execução** e **análise dos resultados**. Na etapa de planejamento, descrita na Seção 1, foi definido o objetivo da revisão e desenvolvido um protocolo para sua realização. Na etapa de execução, descrita na Seção 2, realizou-se a revisão, selecionando os estudos de acordo com os critérios definidos, coletando os dados de cada trabalho aceito e organizando os resultados. Na etapa de análise dos resultados, descrita na Seção 3, foram relatadas as descobertas.

1. Planejamento

Durante a etapa de planejamento da RSL, foram definidas a questão de pesquisa e questões secundárias, a estratégia de busca, a estratégia de seleção e a estratégia de extração. O objetivo deste estudo foi examinar como as experiências de uso de LVs estão sendo registradas. Para isso, a seguinte questão de pesquisa foi definida: **Quais tecnologias existem para o registro de experiência de uso de laboratório virtual e como funcionam?** Isso permitiu categorizar e resumir o conhecimento atual sobre o registro de experiência de uso nessa categoria de SEs, identificar problemas e fornecer conhecimentos úteis para pesquisadores que desejam aplicar um instrumento no registro de uma experiência de uso dos softwares em questão.

A partir da questão principal de pesquisa, foram geradas seis questões secundárias a serem respondidas na RSL, apresentadas na Tabela 1. Essas questões ajudaram a determinar quais dados seriam extraídos dos trabalhos aceitos.

Tabela 1. Questões secundárias de pesquisa e seus objetivos para a RSL

ID	QUESTÕES SECUNDÁRIAS DA RSL	OBJETIVO
QS1	Qual o tipo de tecnologia?	Identificar o tipo de tecnologia utilizada para o procedimento de registro, para ajudar a entender como ele ocorre.
QS2	Quais dados são registrados?	Identificar quais os dados levados em consideração, para ajudar a entender o que é considerado importante registrar para cada trabalho.
QS3	Qual a fonte de dados para essa tecnologia?	Identificar quem fornece as informações que serão registradas, para ajudar a entender a partir de qual perspectiva o registro é realizado.
QS4	De qual tipo de laboratório virtual a tecnologia registra a experiência de uso?	Identificar de qual tipo de software educativo o registro da experiência de uso é realizado, para ajudar a entender como o procedimento ocorre.
QS5	Está disponível para uso?	Identificar se a tecnologia pode ser utilizada no registro por outros pesquisadores.
QS6	Como funciona?	Identificar, de forma abrangente, como ocorre o registro da experiência de uso do software

Com relação à estratégia de busca, foram escolhidas para realização das buscas as bibliotecas digitais da Scopus, Engineering Village, Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) e Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), além do Google Acadêmico. Scopus e Engineering Village permitem a configuração avançada do termo de busca e possuem grande relevância para a área da pesquisa. Essa relevância também foi um fator considerado para a escolha da RBIE e do SBIE, além de retornarem trabalhos publicados no Brasil. No Google Acadêmico, foram realizadas buscas manuais.

A busca foi estruturada através de um termo (*string*) de busca único, por meio dos critérios de definição da População, Intervenção, Comparação, Resultado e Contexto (PICOC, do inglês *Population, Intervantion, Comparison, Outcomes and Context*), de Kitchenham e Charters [2007]. Os critérios PICOC foram desenvolvidos para abranger a questão de pesquisa definida, ficando da seguinte forma:

- **População:** São os softwares educativos, mais especificamente os **laboratórios virtuais**;
- **Intervenção:** São as **tecnologias** que podem ser utilizadas para registrar informações;
- **Comparação:** Não se aplica, pois o objetivo não é comparar tecnologias, mas sim identificá-las;
- **Resultado:** É o **registro de experiência de uso** de LV;
- **Contexto:** Não se aplica, pois sem comparação não há como definir o contexto.

Para a construção da *string*, foram utilizadas palavras em inglês, por ser a língua que retorna maior quantidade de resultados em buscas na Scopus e Engineering Village. Entre os termos para contemplar a **população**, foram utilizados "virtual lab", "virtual laboratory", "remote lab", "virtual environment", "simulator", "educational software" e "learning object", por compreender-se que todos esses podem se referir a algum tipo de ferramenta educacional com características de um LV. Para a **intervenção**, os termos foram "system", "tool", "instrument", "method", "questionnaire", "checklist", "framework", "approach", "technique", "scheme" e "model". Eles foram definidos a partir de trabalhos encontrados em buscas iniciais, como o de Godoi e Padovani [2009], que classificam tecnologias para avaliação de SEs. Os termos para o **resultado** foram divididos em: a) registro: "register", "registration", "log", "record", "note" e "identification"; e b) experiência de uso: "use experience", "use" e "practice".

A Tabela 2 mostra a *string* de busca utilizada para encontrar os trabalhos desta RSL, considerando as especificações descritas acima. Quanto ao intervalo definido para a RSL, buscas iniciais indicaram trabalhos mais relevantes sobre o tema da utilização de LVs a partir de 2010.

Tabela 2. String de busca utilizada nas bibliotecas digitais

CONCEITO	TERMO A SER UTILIZADO NA STRING DE BUSCA
Metadados da Busca	TITLE-ABS-KEY(
Tecnologia	("system" OR "tool" OR "instrument" OR "method" OR "questionnaire" OR "checklist" OR "framework" OR "approach" OR "technique" OR "scheme" OR "model") AND
Registro	("register" OR "registration" OR "log" OR "record" OR "note" OR "identification") AND
Experiência de uso	("use experience" OR "use" OR "practice") AND
Laboratório Virtual	AND ("virtual lab" OR "virtual laboratory" OR "remote lab" OR "virtual environment" OR "simulator" OR "educational software" OR "learning object")) AND
Publicado desde 2010	pub-year >2009
STRING COMPLETA	TITLE-ABS-KEY(("system" OR "tool" OR "instrument" OR "method" OR "questionnaire" OR "checklist" OR "framework" OR "approach" OR "technique" OR "scheme" OR "model") AND ("register" OR "registration" OR "log" OR "record" OR "note" OR "identification") AND ("use experience" OR "use" OR "practice") AND ("virtual lab" OR "virtual laboratory" OR "remote lab" OR "virtual environment" OR "simulator" OR "educational software" OR "learning object")) AND pub-year >2013

Com relação à estratégia de seleção, foi criado um conjunto de critérios para definir se um documento continha informações relevantes sobre o registro de experiência de uso de LV e estava disponível para análise. A inclusão ou exclusão dos trabalhos foi definida através dos critérios apresentados na Tabela 3. Destaca-se que, no

critério de inclusão, foram considerados trabalhos em que o procedimento utilizado para registrar uma experiência de uso de um LV é bem descrito. Os que apresentaram falhas nesse aspecto foram excluídos, bem como os que não foram encontrados para download após tentativa de contato com o autor e os repetidos ou duplicados, mantendo-se apenas uma cópia.

Tabela 3. Critérios de inclusão e exclusão de trabalhos na RSL

ID	CRITÉRIO DE INCLUSÃO
INC1	Trabalhos que apresentem informações sobre registro da experiência de uso de LV
ID	CRITÉRIO DE EXCLUSÃO
EXC1	Resumos e trabalhos que não apresentem explicitamente a metodologia de registro
EXC2	Trabalhos indisponíveis para download após tentativa de contato com o autor
EXC3	Trabalhos repetidos ou duplicados

Para a extração dos dados dos trabalhos selecionados, adotou-se uma estratégia baseada em perguntas geradas de acordo com as questões secundárias da pesquisa, dividida de duas formas: 1ª) perguntas fechadas, que fornecem um conjunto de possíveis respostas para categorizar as tecnologias extraídas, com objetivo de facilitar a classificação e utilizar um critério padronizado; e 2ª) perguntas abertas, cujas respostas não possuem padrão previamente identificado. As respostas possíveis a cada questão secundária fechada da pesquisa são explicadas detalhadamente na Tabela 4. Com relação às questões abertas QS2 (dados registrados) e QS6 (como funciona), as respostas não possuem padrão previamente identificado e foram coletadas em campos de texto.

Tabela 4. Respostas possíveis para cada questão secundária e suas descrições

QUESTÃO SECUNDÁRIA	RESPOSTAS POSSÍVEIS	DESCRIÇÃO DA RESPOSTA
QS1 – Tipo de tecnologia	sistema/ferramenta	Programa de computador desenvolvido especificamente para registrar experiência de uso de LV
	método/técnica	Grupo de procedimentos bem estabelecidos para o registro
	questionário/formulário/ <i>checklist</i>	Instrumento para ser respondido pelo usuário com itens de resposta aberta (opiniões) e/ou fechadas
	Entrevista	Conversa com o usuário para obter as informações, caracterizando o registro da experiência de uso
	registros (logs) do laboratório virtual	Arquivos com informações sobre a utilização do LV obtidos a partir do próprio software
	outra tecnologia	Alguma tecnologia que não se encaixe em nenhuma das anteriores
QS3 – Fonte de dados	professor/especialista	Geralmente quem seleciona o LV para ser usado em sala de aula e acompanha esse processo ou conhece profundamente o contexto
	Aluno	Principal usuário dos LVs
	desenvolvedor	Quem desenvolve LVs
	próprio software	O LV, através de <i>logs</i>
	outro usuário	Algum usuário que não esteja entre os listados
QS4 – Tipo de software	laboratório virtual	SE definido conceitualmente como um LV
	objeto de aprendizagem	Ferramenta que apoie a prática pedagógica através da pesquisa ou outra atividade criativa
	simulador	Ferramenta que permita imitar uma situação que ocorre no mundo real envolvendo pesquisa ou outra atividade criativa
	jogo	Ferramenta que possua objetivo claramente definido a ser alcançado seguindo regras que estimule e favoreça o aprendizado a partir da pesquisa ou outra atividade criativa
	outro software educativo	Ferramenta com características de LV que não esteja categorizada entre as acima
QS5 – Disponibilidade	Disponível	A tecnologia pode ser utilizada novamente por quem queira a partir dos dados contidos no trabalho
	Indisponível	Não há como utilizar a tecnologia descrita no trabalho apenas com os dados apresentados

Após o planejamento, com o protocolo do estudo definido, a revisão foi realizada, conforme é descrito a seguir.

2. Execução

Na etapa de execução, foi realizada a revisão, que consistiu na busca e identificação dos trabalhos de pesquisa, sua seleção de acordo com os critérios de inclusão e exclusão definidos e extração dos dados de cada trabalho aceito. As buscas com a *string* nas bibliotecas digitais somada às buscas manuais retornaram 1685 trabalhos publicados entre janeiro de 2010 e fevereiro de 2018. Como as buscas foram realizadas em fevereiro de 2018, alguns trabalhos publicados em 2018 também foram considerados.

Foram realizados dois filtros com os critérios de inclusão e exclusão: 1º filtro, na fase de seleção, e 2º filtro, na fase de extração. No 1º filtro, os critérios foram aplicados no total de trabalhos, a partir da leitura do título, palavras chave e resumo de cada documento. Documentos que atenderam a um dos critérios de exclusão foram rejeitados. Os trabalhos aceitos no 1º filtro passaram, então, ao 2º filtro. Foram baixados e, depois da leitura completa dos documentos, decidiu-se se continuavam contemplando ao critério de inclusão ou não estavam no âmbito de revisão (contemplavam a um dos critérios de exclusão).

Todos os trabalhos aceitos para a fase de extração foram acessados usando a conexão à internet e autenticação da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), que fornece acesso privilegiado às bibliotecas digitais utilizadas. Quando um documento não pôde ser acessado devido a um requisito de assinatura, o autor correspondente foi contatado por e-mail para que se obtivesse acesso. Só foram excluídos pelo critério EXC2 trabalhos cujos autores foram contatados e não houve resposta após 14 dias. A Tabela 5 mostra o número de artigos retornados, aceitos e rejeitados em cada filtro, classificados por ano da publicação. A revisão selecionou um total de 37 artigos que estavam de acordo com o critério de inclusão.

Tabela 5. Quantidades de artigos classificados por ano e aceitação

ANO	TRABALHOS RETORNADOS	ACEITOS NO 1º FILTRO (SELEÇÃO)	ACEITOS NO 2º FILTRO (EXTRAÇÃO)
2010	209	22	4
2011	204	8	2
2012	196	26	6
2013	224	26	5
2014	212	9	2
2015	212	10	4
2016	217	32	6
2017	195	38	3
2018	16	3	0
TOTAL	1685	174	37

Os dados dos 37 documentos aceitos na fase de extração foram coletados através das questões secundárias da RSL. Os resultados são apresentados e analisados a seguir.

3. Resultados

Na fase de análise dos resultados, os dados coletados dos trabalhos aceitos na fase de extração foram analisados para tirar conclusões sobre o estado atual das tecnologias existentes para registro de experiência de uso de laboratório virtual e são apresentados aqui. Do ponto de vista do tempo, não há quantidade suficiente de artigos aceitos para extração que permita afirmar que houve aumento ou diminuição de trabalhos relacionados ao tema nos últimos anos. Porém, buscas iniciais realizadas anteriormente indicaram que o tema está se tornando cada vez mais relevante pelas constantes mudanças ocorridas no ensino em virtude do surgimento de novas tecnologias para o ensino [Sancristobal *et al.*, 2012; Godoi e Padovani, 2009; e Schleyer e Johnson, 2003].

Quanto aos locais de publicação, os trabalhos foram encontrados publicados em jornais e eventos relevantes para as áreas de Computação e Informática na Educação, como *IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, *British Journal of Educational Technology*, *Australasian Journal of Educational Technology*, *Journal of Universal Computer Science*, *ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, *Online Engineering & Internet of Things*, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, entre outros. Alguns ainda estão publicados em jornais e eventos da área de Medicina, como *Medical Education Online*, *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, entre outros, sendo importante destacar que é uma área cuja quantidade de pesquisas em novas tecnologias para educação é crescente [Wyk e Ryneveld, 2017; Korzeniowski *et al.*, 2016].

Os resultados gerais, baseados na contagem de trabalhos classificados em cada uma das respostas às questões secundárias da pesquisa, podem ser vistos na Tabela 6. As porcentagens são apresentadas com arredondamento, para facilitar a visualização. As respostas às questões QS1 e QS3 não são exclusivas, o que significa que um trabalho pode ter sido classificado em uma ou mais das possíveis respostas. Portanto, nestas, a soma das porcentagens pode ser superior a 100%. As respostas às questões QS2 e QS6

não são apresentadas na Tabela 6 por serem questões abertas, mas são analisadas detalhadamente em seguida.

Tabela 6. Resultados quantitativos da RSL por questão secundária da pesquisa

QUESTÕES SECUNDÁRIAS	RESPOSTAS POSSÍVEIS	QUANTIDADE DE TRABALHOS	PORCENTAGEM DE TRABALHOS
QS1 – Tipo de tecnologia	sistema/ferramenta	1	3%
	método/técnica	3	9%
	questionário/formulário/ <i>checklist</i>	26	70%
	Entrevista	4	11%
	registros (logs) do LV	10	27 %
	outra tecnologia	10	27%
QS3 – Fonte de dados	professor/especialista	8	22%
	aluno	27	73%
	desenvolvedor	1	3%
	próprio software	10	27%
	outro usuário	4	11%
QS4 – Tipo de software	laboratório virtual	10	27%
	objeto de aprendizagem	6	17%
	simulador	10	27%
	jogo	3	9%
	outro software educativo	7	20%
QS5 – Disponibilidade	disponível	13	35%
	indisponível	24	65%

Nesta revisão, o tipo de tecnologia utilizada foi classificado levando em consideração a forma como os dados foram coletados. Como resultado, 70% dos instrumentos utilizados no registro de experiência de uso de LV foram classificados como questionários, formulários ou *checklists*. Essa maioria pode ser justificada pela facilidade de desenvolvimento e aplicação que apresentam [Lakatos e Marconi, 2017]. Em 27% dos trabalhos os dados foram registrados por *logs* do próprio LV e outros 27% utilizaram outras tecnologias para o registro, como áudios, vídeos ou anotações.

Houve, ainda, 9% de entrevistas, 7% de métodos ou técnicas e 3% de sistemas ou ferramentas. Destaca-se o fato de que apenas um trabalho, de Li *et al.* [2012], apresentou um sistema ou ferramenta para a realização do registro. O sistema possibilita que alunos registrem suas experiências com fotos, áudios, vídeos e outros dados, compartilhando-as com outros. A utilização de um sistema ou ferramenta tende a permitir a sistematização desse processo e cria novas possibilidades a partir das informações obtidas.

A principal fonte de dados dos registros foram os alunos, em 73% dos trabalhos. Isso indica que a maioria dos pesquisadores está interessada em abordar o ponto de vista do público alvo dos LVs na hora de registrar uma experiência de uso, seja para verificar

como ocorreu o aprendizado ou propor melhorias no software. O próprio LV foi a segunda fonte de dados que mais apareceu, em 27% dos trabalhos, possivelmente por ser capaz de fornecer informações relevantes sobre a utilização. Em terceiro lugar entre as fontes de dados apareceram os professores, em 22% dos trabalhos, seguidos por outros usuários, em 11%, e desenvolvedores, em 3%. Dentre os oito trabalhos cujo professor é quem fornece os dados, em quatro também são coletados dados de outras fontes, indicando que apenas quatro tecnologias existentes abordam a perspectiva do professor como central.

Com relação ao tipo de software considerado como LV, em 27% dos trabalhos os softwares descritos foram propriamente LVs e em outros 27% foram simuladores, ficando as duas opções entre as primeiras. Outros tipos de SEs que também podem ser classificados como LVs apareceram nos documentos, como objetos de aprendizagem (17%), jogos (9%) e outros (20%). Nesse ponto, os SEs desenvolvidos especificamente como LVs e os simuladores são os principais para esta pesquisa.

Com relação à disponibilidade da tecnologia para registro, apenas 35% estão disponíveis e podem ser utilizadas em outras experiências, ou seja, a maioria dos documentos descrevem tecnologias que não podem ser utilizadas. Dentre as treze disponíveis, dez são exclusivas para as pesquisas propostas nos documentos, o que inviabiliza a utilização em experimentos com metodologias diferentes. As outras três tecnologias foram consideradas fundamentais para auxiliar no desenvolvimento do instrumento para registro de experiência de uso de LV, um dos objetivos maiores relacionados a esta RSL, e têm seu funcionamento descrito a seguir, na discussão da QS6.

As respostas às questões QS2 e QS6 não aparecem na Tabela 6 por serem questões abertas e dizem respeito aos dados que são registrados em cada tecnologia e como elas funcionam, respectivamente. No geral, dados relacionados ao conteúdo abordado e usabilidade do LV são os que mais aparecem sendo registrados. Nesses trabalhos, os autores realizam testes antes e/ou depois do uso para verificar a aprendizagem com o software ou problemas na utilização que possam ser corrigidos.

O funcionamento das tecnologias para registro foi classificado, tendo sido atribuído conceito a cada trabalho considerando a disponibilidade da tecnologia e descrição do funcionamento no documento. Dentre os 37 aceitos, três documentos foram classificados como melhores por abordarem tecnologias que podem ser utilizadas

em outras situações relacionadas ao uso dos LVs, não apenas nas descritas, e têm suas descrições apresentadas a seguir:

- Seniow *et al.* [2010] propuseram um modelo de representação do desenvolvimento de atividades em LVs. O modelo pode ser compreendido visualmente de maneira fácil no trabalho e utiliza dados fornecidos pelos alunos e pelo próprio LV (*logs*). Os dados são combinados ao longo de uma linha de tempo com execuções experimentais, respostas emocionais e interação da ferramenta para mostrar o contexto e formar a representação completa de como ocorreu o uso. Os testes foram realizados com 70 estudantes de Química e Biologia utilizando dois LVs. São apresentadas quatro representações que comprovam que o modelo pode ser utilizado para o que se propõe. Os autores esperam que isso facilite a compreensão de como os alunos aprendem, o que pode levar a um melhor design instrucional dos LVs. Apesar de estar disponível no documento, o modelo proposto não está sistematizado, ou seja, não cria uma base de conhecimento sobre representações do desenvolvimento de atividades em LVs, o que inviabiliza que se tenha acesso às representações geradas por outros. Além disso, o modelo não aborda a perspectiva do professor, podendo ser considerado como uma ferramenta válida apenas para verificar como os alunos utilizaram um LV, mas não para verificar completamente como uma atividade com um LV ocorreu.
- Diwakar *et al.* [2016] realizaram uma análise comparativa sobre o papel de atividades envolvendo LVs em experiências de Biotecnologia. Participaram do estudo 250 alunos e 100 professores utilizando um LV da área e, em seguida, responderam questões que permitem visualizar a utilidade do software. Os dados possibilitam uma visão do ponto de vista pedagógico de utilidade do software e indicam LVs como uma plataforma de educação complementar para alunos e professores para compreender os conceitos dos experimentos, portanto, válida. Apesar de registrar experiências de uso, o foco do trabalho é totalmente voltado ao software, excluindo-se questões relacionadas ao contexto do uso, metodologias e outras que podem ser consideradas importantes para uma visão ampla da utilização.
- Nunes *et al.* [2017] apresentam um LV criado na plataforma *OpenSim* [OpenSimulator, 2018] para auxiliar no processo de ensino de Geografia no

ensino fundamental. O experimento buscou averiguar a viabilidade da proposta de um LV classificado como um “mundo virtual” para complementar o ensino na área de Geografia. Os autores apresentam uma análise qualitativa do experimento e expõem a opinião e avaliação dos participantes. Responderam ao questionário aplicado ao final do experimento 72 alunos do ensino fundamental. Segundo os autores, os resultados opinativos dos participantes refletiram que a abordagem foi válida e pode ser utilizada como um recurso complementar em disciplinas desta área no ensino fundamental. O trabalho, apesar de registrar opiniões dos alunos através do questionário, não possibilita a visualização da experiência de uso de forma ampla, direcionando os resultados apenas às opiniões dos alunos relacionadas ao LV.

Percebe-se que, dentre os três trabalhos descritos, nenhuma das tecnologias permite registrar uma experiência de uso de um LV de forma que seus resultados possibilitem a visualização ampla de como ocorreu o uso. Na maioria dos trabalhos encontrados neste estudo, o registro é direcionado a um aspecto, geralmente relacionado à usabilidade do software. Para ajudar na seleção, acredita-se que uma experiência de uso precise abordar vários aspectos encontrados em diferentes trabalhos da RSL: cenário, metodologia, motivação, suporte, usabilidade e outros.

Na Tabela 7, são listados todos os 37 trabalhos aceitos na fase de extração, classificados pelo tipo de tecnologia, disponibilidade e se aborda a perspectiva do professor para o registro da experiência de uso. A inserção da abordagem da perspectiva do professor na Tabela 7 levou em consideração o fato de que pode ser considerada a perspectiva mais adequada para a descrição de uma experiência de uso de um LV com informações que possam auxiliar outros professores na seleção desses softwares. Alguns trabalhos aparecem repetidamente por terem sido classificados em mais de uma tecnologia.

Percebe-se com destaque o que já foi apresentado e discutido na Tabela 6: os questionários, formulários e *checklists* são a tecnologia para registro da experiência de uso de LV que mais aparece nos trabalhos, poucos trabalhos abordam a perspectiva do professor e apenas um trabalho apresenta um sistema ou ferramenta, porém, que não aborda a perspectiva do professor. Considera-se que os questionários, formulários ou *checklist* são tecnologias mais fáceis de serem construídas e utilizadas, bem como os dados delas podem ser facilmente analisados. Considera-se, também, que um sistema ou

ferramenta com informações bem organizadas pode facilitar o registro e a visualização das informações sobre experiências de uso de LVs e fornecer suporte para a seleção desses softwares com essas informações.

Tabela 7. Relação de trabalhos aceitos na RSL após 2º filtro classificados por tecnologia, disponibilidade e se abordam ou não a perspectiva do professor

TECNOLOGIA	DISPONÍVEL	PERSPECTIVA DO PROFESSOR	REFERÊNCIA
Sistema ou ferramenta	✓	✓	-
		X	-
	X	✓	-
		X	Li <i>et al.</i> [2012]
Método ou técnica	✓	✓	-
		X	Seniow <i>et al.</i> [2010]; Lerro e Marchisio [2016]
	X	✓	-
		X	Meruvia-Pastor <i>et al.</i> [2016]
Questionário, formulário ou checklist	✓	✓	Yalcinalp e Emiroglu [2012]; Diwakar <i>et al.</i> [2016]; Nunes <i>et al.</i> [2017]; Tsiopela e Jimoyiannis [2017]
		X	Kalyvioti e Mikropoulos [2013]; Lucena <i>et al.</i> [2013]; Darty <i>et al.</i> [2014]; Tsang <i>et al.</i> [2015]; Achuthan <i>et al.</i> [2017]; Wyk e Ryneveld [2017]
	X	✓	McElhaney e Linn [2011]; Chaisanit <i>et al.</i> [2012]; James e Dumbleton [2013]; Korzeniowski <i>et al.</i> [2016]
		X	McCaughey e Traynor [2010]; Ogan <i>et al.</i> [2010]; Bose <i>et al.</i> [2011]; Bouta <i>et al.</i> [2012]; Brito e Cunha [2012]; Li <i>et al.</i> [2012]; Martins <i>et al.</i> [2012]; Chung <i>et al.</i> [2013]; Bennett <i>et al.</i> [2014]; Grover <i>et al.</i> [2015]; Boehringer e Vanvinkenroye [2017]; Koh [2017]; Perez <i>et al.</i> [2017]; Ramirez e Montesinos [2017]
Entrevista	✓	✓	-
		X	Kalyvioti e Mikropoulos [2013]; Wyk e Ryneveld [2017]
	X	X	Schloerb <i>et al.</i> [2010]; Goktas <i>et al.</i> [2015]
Registros (logs) do laboratório virtual	✓	✓	-
		X	Darty <i>et al.</i> [2014]
	X	✓	McElhaney e Linn [2011]
		X	Schloerb <i>et al.</i> [2010]; Bouta <i>et al.</i> [2012]; Brito e Cunha [2012]; Li <i>et al.</i> [2012]; Chung <i>et al.</i> [2013]; Baker <i>et al.</i> [2016]; Spaulding <i>et al.</i> [2016]; Perez <i>et al.</i> [2017]
Outra tecnologia	✓	✓	-
		X	Nunes <i>et al.</i> [2014]
	X	✓	McElhaney e Linn [2011]
		X	Schloerb <i>et al.</i> [2010]; Bouta <i>et al.</i> [2012]; Li <i>et al.</i> [2012]; Black e Waggoner [2013]; Bennett <i>et al.</i> [2014]; Goktas <i>et al.</i> [2015]; Spaulding <i>et al.</i> [2016]

Quatro documentos apresentam tecnologias disponíveis e que abordam a perspectiva do professor, todos classificados como questionários, formulários ou *checklists*. Dois deles [Diwakar *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2017] estão descritos anteriormente, por terem sido considerados entre os de melhor funcionamento e com tecnologias disponíveis. Outros dois [Yalcinalp e Emiroglu, 2012; Tsiopela e

Jimoyiannis, 2017] apresentam resultados que foram considerados menos significativos no sentido de fornecer tecnologias que permitam o registro da experiência de uso de LV, por abordar mais de uma perspectiva e estabelecer o foco apenas na ferramenta, fazendo como que uma espécie de avaliação dela.

Referências

Achuthan, K.; Francis, S.; e Diwakar, S.. Augmented reflective learning and knowledge retention perceived among students in classrooms involving virtual laboratories. *Education and Information Technologies*, 22: 2825, 2017.

Baker, R.; Clarke-Midura, J.; e Ocumpaugh, J.. Towards general models of effective science inquiry in virtual performance assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, v32, pg. 267-280. 2016.

Bennett, R.; Zielinski, D.; e Kopper, R.. Comparison of interactive environments for the archaeological exploration of 3D landscape data. 2014 IEEE VIS International Workshop on 3DVis (3DVis), Paris, pp. 67-71. 2014.

Black, M. e Waggoner, N.. Emumaker86: a hardware simulator for teaching CPU design. *SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pg. 323-328. 2013.

Boehringer, D. e Vanvinkenroye, J.. The Effectiveness of Online-Laboratories for Understanding Physics. *Online Engineering & Internet of Things, Lecture Notes in Networks and Systems 22*, 2017.

Bose, R.; Matyal, R.; Warraich, H.; Summers, J.; Subramaniam, B.; Mitchell, J.; Panzica, P.; Shahul, S.; e Mahmood, F.. Utility of a transesophageal echocardiographic simulator as a teaching tool. *Journal of Cardiothoracic Vascular Anesthesia*. 2011.

Bouta, H.; Retalis, S.; e Paraskeva, F.. Utilising a collaborative macro-script to enhance student engagement: A mixed method study in a 3D virtual environment. *Computers & Education*, v58, pg. 501-517. 2012.

Brito, A. e Cunha, J.. CloudLab: Um Ambiente Virtual de Aprendizagem com Laboratório Virtual Integrado para o Ensino de Hardware. Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 20, Número 3, 2012.

Chaisanit, S.; Hongthong, N.; Suksakulchai, S.; e Pinpat, C.. Traditional musical Virtual Reality on M-learning. 2012 International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, London, pg. 271-274. 2012.

Chung, G.; Gyllenhammer, R.; Baker, E.; e Savitsky, E.. Effects of simulation-based practice on focused assessment with sonography for trauma (FAST) window identification, acquisition, and diagnosis. Military Medicine, v178, pg. 87-97. 2013.

Darty, K.; Saunier, J.; Sabouret, N.. Agents Behavior Semi-automatic Analysis through Their Comparison to Human Behavior Clustering. Em: Intelligent Virtual Agents (IVA) 2014. Lecture Notes in Computer Science, v8637. Springer, Cham. 2014.

Diwakar, S.; Radhamani, R.; Sasidharakurup, H.; Kumar, D.; Nizar, N.; Achuthan, K.; e Nair, B.. Assessing Students and Teachers Experience on Simulation and Remote Biotechnology VL: A Case Study with a Light Microscopy Experiment. 2016.

Fabbri, S., Octaviano, F., Silva, C., Di Thommazo, A., Hernandes, E., and Belgamo, A. (2016). Improvements in the Start tool to better support the systematic review process. In Proc. of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'16), Limerick, Ireland, June 2016.

Godoi, K. e Padovani, S.. Avaliação de material didático digital centrada no usuário: uma investigação de instrumentos passíveis de utilização. Produção, v19, n3. 2009.

Goktas, Y.; Coban, M.; e Karakus, T.. Technical problems experienced in the virtual learning environment and coping strategies. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Rostov on Don, pg. 565-569. 2015.

Grover, S.; Garg, A.; Scaffidi, M.; Yu, J.; Plener, I.; Yong, E.; Cino, M.; Grantcharov, T.; e Walsh, C.. Impact of a simulation training curriculum on technical and nontechnical skills in colonoscopy: a randomized trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, v82. 2015.

James, S. e Dumbleton, C.. An evaluation of the utilisation of the virtual environment for radiotherapy training (VERT) in clinical radiotherapy centres across the UK. *Radiography*, v19, pg. 142-150. 2013.

Kalyvioti, K. e Mikropoulos, T.. A Virtual Reality Test for the Identification of Memory Strengths of Dyslexic Students in Higher Education. *Journal of Universal Computer Science*, v19, n18, 2013.

Kitchenham, B.; Charters, S.. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report, 2007.

Koh, J.. Designing and integrating reusable learning objects for meaningful learning: Cases from a graduate programme. *Australasian Journal of Educational Technology*. 33. 136-151, 2017.

Korzeniowski, P.; Barrow, A.; Sodergren, M.; Hald, N.; e Bello, F.. NOViSE: a virtual natural orifice transluminal endoscopic surgery simulator. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, pg. 2303-2315. 2016.

Lakatos, E.; e Marconi, M.. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Lerro, F. e Marchisio, S.. Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint. *International Journal of Online Engineering*. 2016.

Li, M.; Ogata, H.; Hou, B.; Uosaki N.; e Yano, Y.. Personalization in Context-aware Ubiquitous Learning-Log System. 2012 IEEE Seventh International Conference on

Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, Takamatsu, pp. 41-48. 2012.

Lucena, G.; dos Santos, V.; e da Silva, A.. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. Revista Brasileira de Informática na Educação, v21, n2. 2013.

Martins, V.; Abreu, F.; Militino, R.; Fukuoka, S.; e Guimarães, M.. Estratégia de Desenvolvimento, Implantação e Avaliação do uso da Realidade Virtual na Educação: Estudo de Caso na área de Português. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro, 2012.

McCaughey, C. e Traynor, M.. The role of simulation in nurse education. Nurse Education Today. 2010.

McElhaney, W. e Linn, M.. Investigations of a Complex, Realistic Task: Intentional, Unsystematic, and Exhaustive Experimenters. Journal of Research in Science Teaching. v48. pg. 745-770. 2011.

Meruvia-Pastor, O.; Patra, P.; Andres, K.; Twomey, C.; e Peña-Castillo, L. OMARC: An online multimedia application for training health care providers in the assessment of respiratory conditions. International Journal of Medical Informatics, v89, pg. 15-24. 2016.

Nunes, F.; Herpich, F.; Voss, G.; Medina, R.; Lima, J.; e Tarouco, L.. Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2014.

Nunes, F.; Voss, G.; Herpich, F.; Sindeaux, P.; Tarouco, L.; e Lima, J.. Implementação e análise de um ambiente 3D para o ensino de Geografia. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2017.

Ogan, A.; Aleven, V.; Kim, J.; e Jones, C.. Intercultural Negotiation with Virtual Humans: The Effect of Social Goals on Gameplay and Learning. *Intelligent Tutoring Systems (ITS) 2010. Lecture Notes in Computer Science*, v6094, Berlin, Heidelberg. 2010.

Perez, S.; Massey-Allard, J.; Butler, D.; Ives, J.; Bonn, D.; Yee, N.; e Roll, I. Identifying Productive Inquiry in Virtual Labs Using Sequence Mining. *Artificial Intelligence in Education (AIED) 2017. Lecture Notes in Computer Science*, v10331, Cham. 2017.

Ramírez, J.; Rico, M.; Riofrío, D.; Berrocal-Lobo, M.; e de Antonio, A.. Students Evaluation of a Virtual World for Procedural Training in a Tertiary-Education Course. *Journal of Educational Computing Research*. 56. 2017.

Sancristobal, E.; Martín S.; Gil, R.; Orduña, P.; Tawfik, M.; Pesquera, A.; Diaz, G.; Colmenar, A.; GarcíaZubia, J.; e Castro, M.. State of art, Initiatives and New challenges for Virtual and Remote Labs. *12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2012.

Schleyer, T. e Johnson, L.. Evaluation of educational software. *Journal of dental education*, v67, n11. 2003.

Schloerb, D.; Lahav, O.; Desloge, J.; e Srinivasan, M. BlindAid: Virtual environment system for self-reliant trip planning and orientation and mobility training. *2010 IEEE Haptics Symposium*, Waltham, pg. 363-370. 2010.

Seniow, K.; Nefcy, E.; Kelly, C.; e Koretsky, M.. Representations of student model development in virtual laboratories based on a cognitive apprenticeship instructional design. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. 2010.

Spaulding, S.; Gordon, G.; e Breazeal, C.. Affect-Aware Student Models for Robot Tutors. *Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems (AAMAS). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems*, Richland, SC, pg. 864-872. 2016.

Tsang, D.; Townsend, C.; Cao, X.; e Szumacher, E.. RBAApp: Creation and Patterns of Use of an Educational Mobile Application for Radiobiology Calculations in Radiation Therapy. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, v46. 2015.

Tsiopela, D. e Jimoyiannis, A.. Pre-vocational skills laboratory: designing interventions to improve employment skills for students with autism spectrum disorders. *Universal Access in the Information Society*. v16. 2017.

Wyk, M. e Ryneveld, L.. Listening to the student voice to improve educational software. *Medical Education Online*. 2017.

Yalcinalp, S. e Emiroglu, B.. Through efficient use of LORs: Prospective teachers' views on operational aspects of learning object repositories. *British Journal of Educational Technology*, 43: 474-488. 2012.