



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**



VICTOR ANTUNES VIEIRA

**UMA INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA DE SUPORTE AOS DOCENTES NA
ADOÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS BASEADA EM
EXPERIÊNCIAS DE USO**

**Manaus/AM
2018**

VICTOR ANTUNES VIEIRA

**UMA INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA DE SUPORTE AOS DOCENTES NA
ADOÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS BASEADA EM
EXPERIÊNCIAS DE USO**

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof. Bruno Freitas Gadelha, D.Sc.

**Manaus/AM
2018**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V658u Vieira, Victor Antunes
Uma infraestrutura tecnológica de suporte aos docentes na adoção de laboratórios virtuais baseada em experiências de uso / Victor Antunes Vieira. 2018
97 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Bruno Freitas Gadelha
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. laboratórios virtuais. 2. registros de experiências de uso. 3. seleção de softwares educativos. 4. questionário. 5. ferramenta VLEx. I. Gadelha, Bruno Freitas II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO



UFAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

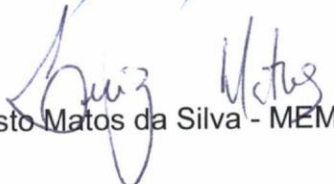
"Uma infraestrutura tecnológica de suporte aos docentes na adoção de laboratórios virtuais baseada em experiências de uso"

VICTOR ANTUNES VIEIRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:


Prof. Bruno Freitas Gadelha - PRESIDENTE


Prof. Alberto Nogueira de Castro Júnior - MEMBRO INTERNO


Prof. Luiz Augusto Matos da Silva - MEMBRO EXTERNO

Manaus, 07 de Agosto de 2018

Dedico à minha esposa e aos meus pais.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, pela graça e provisão com a qual me manteve durante toda essa etapa, sem as quais não teria conseguido concluir.

Agradeço à minha esposa, Alissa, que esteve comigo em todos os momentos e abriu mão de estar perto dos familiares mais próximos para que pudéssemos alcançar esse objetivo juntos.

Agradeço aos meus pais, Wellington e Leila, que nunca mediram esforços para que eu pudesse ter as melhores condições de ensino possíveis e foram os primeiros a me motivarem a realizar o mestrado, desde cedo.

Agradeço ao meu orientador, Bruno, por todos os ensinamentos e pela forma como conduziu a orientação, tornando-se para mim um exemplo de professor, pesquisador e orientador que pretendo seguir.

Agradeço aos professores e demais servidores do PPGI, pelos ensinamentos e presteza.

Finalmente, agradeço aos amigos que participaram dessa jornada de alguma forma.

Resumo

Laboratórios Virtuais (LVs) são softwares educativos que permitem a simulação de atividades de laboratórios reais. Sua utilização motiva os alunos e reduz os custos e perigos existentes nessas atividades, como os de lidar com procedimentos que precisam ser constantemente acompanhados para a segurança do aluno ou do próprio equipamento do laboratório. No contexto atual, onde os alunos se tornam cada vez mais cedo usuários de tecnologias digitais e as instituições de ensino encontram dificuldades financeiras para adquirirem tecnologias para fornecer suporte a todas as atividades que precisam ser desenvolvidas, os professores possuem os LVs como uma alternativa aos laboratórios reais. Porém, esses professores se deparam com um problema quando resolvem utilizá-los: a escolha do software. Entre os mecanismos que possuem potencial para ajudar professores a adotarem essas ferramentas estão as informações sobre o uso, geralmente perdidas após uma atividade com um LVs. Este trabalho apresenta uma infraestrutura tecnológica para o suporte à seleção de LVs a partir das informações fornecidas pelos professores sobre as experiências de uso desses laboratórios. Inicialmente, foi desenvolvido um instrumento para registrar experiências de docentes no uso de LVs a partir de buscas iniciais na literatura. O instrumento passou por melhorias após um estudo piloto, uma revisão sistemática da literatura sobre o tema e avaliação de especialistas. Em seguida, uma ferramenta denominada VLEx foi desenvolvida para organizar os registros, permitindo a visualização de informações individuais e/ou agrupadas por laboratório virtual sobre uma experiência. Finalmente, a VLEx passou por uma avaliação de aceitação, sendo verificada sua utilidade, facilidade e a intenção de uso por professores, que consistem no público-alvo na ferramenta. Como resultado, tem-se o instrumento para o registro de experiências de docentes no uso de laboratório virtual, a ferramenta que organiza essas informações e os registros das experiências de uso de LVs organizados, compondo uma infraestrutura tecnológica capaz de tornar as informações sobre uma experiência de uso, geralmente descartadas, úteis para auxiliar docentes na seleção de LVs.

Palavras-chave: laboratórios virtuais; registros de experiências de uso; seleção de softwares educativos; questionário; ferramenta VLEx.

Abstract

Virtual laboratories (VLs) are educational software that allow the simulation of activities of real laboratories. Its use motivates students and reduces the costs and dangers of these activities, such as dealing with procedures that need to be constantly monitored for the safety of the student or the laboratory equipment itself. In today's context, where students become increasingly digital technology users and educational institutions are struggling financially to acquire technologies to support all the activities that need to be developed, teachers have VLs as an alternative to real labs. However, these teachers are faced with a problem when they decide to use them: the choice of software. Among the mechanisms that have the potential to help teachers adopt these tools are usage information, often lost after an activity with a virtual lab. This work presents a technological infrastructure to support the selection of VLs based on the information provided by the teachers about the experiences of using these laboratories. Initially, an instrument was developed to register teachers' experiences in the use of VLs from initial searches in the literature. The instrument underwent improvements after a pilot study, a systematic review of the literature on the subject and evaluation of specialists. Then the tool called VLEx was developed to organize the records, allowing the visualization of individual and/or grouped information by virtual laboratory about an experiment. Finally, the VLEx underwent an acceptance evaluation, being verified its usefulness, ease and the intention of use by teachers, that consist of the public target in the tool. As a result, we have the instrument for registering teachers' experiences in the use of VLs, the tool that organizes this information and the records of use experience of VLs organized, composing a technological infrastructure capable of making information about a use experience, usually discarded, useful for teaching assistants in the selection of virtual laboratories.

Keywords: virtual laboratories; records of usage experiences; selection of educational software; questionnaire; VLEx tool.

Sumário

1. Introdução.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Geral	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Metodologia.....	4
1.5. Organização	7
2. Fundamentação Teórica.....	8
2.1. Introdução	8
2.2. Laboratórios Virtuais	9
2.3. Revisão Sistemática da Literatura sobre Registro de Experiência de Uso de Laboratório Virtual.....	10
2.3.1. Planejamento	11
2.3.2. Execução.....	15
2.3.3. Resultados.....	16
2.4. Conclusões	22
3. Instrumento para Registro da Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual.....	24
3.1. Introdução	24
3.2. Primeira Versão	25
3.2.1. Validação: Estudo Piloto	28
3.3. Segunda versão	30
3.3.1. Alterações	33
3.3.1.1. Organização.....	34
3.3.2. Validação: Avaliação de Especialistas	36

3.4.	Terceira versão.....	40
3.4.1.	Alterações	41
3.5.	Conclusões	44
4.	Ferramenta VLEx	45
4.1.	Introdução	45
4.2.	Funcionamento.....	46
4.3.	Avaliação da Aceitação.....	50
4.3.1.	Perfil dos respondentes	52
4.3.2.	Utilidade Percebida.....	54
4.3.3.	Facilidade de Uso Percebida.....	58
4.3.4.	Intenção de Uso	63
4.4.	Conclusões	66
5.	Conclusões e trabalhos futuros	68
	Referências Bibliográficas.....	72
	Apêndice A – Relatório Técnico RT-GSI-2018-0004.....	80

Lista de Figuras

Figura 1. Etapas da pesquisa envolvendo o instrumento para registro da experiência docente no uso de LV	5
Figura 2. Etapas da pesquisa envolvendo a ferramenta VLEx	6
Figura 3. Relação entre softwares educativos, suas categorias e laboratórios virtuais	10
Figura 4. Processo de desenvolvimento iterativo-incremental do instrumento para registro da experiência docente no uso de LV	25
Figura 5. Interfaces do Intel Simulador de Defeitos (esquerda) e do Cisco IT Essentials Virtual Desktop PC & Laptop (direita)	29
Figura 6. Atividades com laboratórios virtuais no estudo piloto.....	29
Figura 7. Trecho da segunda versão do instrumento como formulário do Google	31
Figura 8. Alterações da primeira para a segunda versão do instrumento	33
Figura 9. Questionário para avaliação da segunda versão do instrumento por especialistas ...	37
Figura 10. Alterações da segunda para a terceira versão do instrumento.....	42
Figura 11. Página inicial da VLEx	46
Figura 12. Terceira versão do instrumento embutida na VLEx	47
Figura 13. Detalhes dos registros de experiência de uso realizados em um laboratório virtual	48
Figura 14. Informações de uma experiência de uso de um laboratório virtual	49
Figura 15. Página de contato da VLEx.....	49
Figura 16. Página inicial (à esquerda), detalhes de um LV (no centro) e detalhes de um registro de experiência de uso de um LV (à direita) em dispositivos móveis.....	50
Figura 17. Introdução do questionário de avaliação da aceitação da VLEx.....	52
Figura 18. Tempo de experiência como docente dos professores da avaliação da aceitação da VLEx	53
Figura 19. Titulação (à esquerda) e nível de ensino em que atuam (à direita) os professores da avaliação da aceitação da VLEx	53

Figura 20. Área de atuação dos professores da avaliação da aceitação da VLEx	54
Figura 21. Experiência dos professores da avaliação da aceitação da VLEx com laboratórios virtuais	54
Figura 22. Respostas às questões fechadas do construto utilidade percebida	55
Figura 23. Respostas às questões fechadas do construto facilidade de uso percebida	59
Figura 24. Respostas às questões fechadas do construto intenção de uso	63
Figura 25. Infraestrutura tecnológica desenvolvida	68

Lista de Tabelas

Tabela 1. Questões secundárias de pesquisa e seus objetivos para a RSL	11
Tabela 2. <i>String</i> de busca utilizada nas bibliotecas digitais	13
Tabela 3. Critérios de inclusão e exclusão de trabalhos na RSL.....	13
Tabela 4. Respostas possíveis para cada questão secundária e suas descrições.....	14
Tabela 5. Quantidades de artigos classificados por ano e aceitação	15
Tabela 6. Resultados quantitativos da RSL por questão secundária da pesquisa.....	17
Tabela 7. Relação de trabalhos aceitos na RSL após 2º filtro classificados por tecnologia, disponibilidade e se abordam ou não a perspectiva do professor.....	21
Tabela 8. Primeira versão do instrumento para registro da experiência docente no uso de laboratório virtual	27
Tabela 9. Segunda versão do instrumento para registro da experiência de uso de laboratório virtual.....	32
Tabela 10. Questões modificadas da primeira para a segunda versão do instrumento	35
Tabela 11. Média e desvio padrão das questões em escala Likert para a avaliação da segunda versão do instrumento por especialistas	37
Tabela 12. Categorias que emergiram da análise qualitativa com o MEDS na avaliação dos especialistas e quantidade de ocorrências.....	38
Tabela 13. Terceira versão do instrumento para registro de experiência docente no uso de laboratório virtual	41
Tabela 14. Melhorias sugeridas pelos especialistas e alterações realizadas nas questões da segunda para a terceira versão do instrumento	43
Tabela 15. Questionário para avaliação da aceitação da VLEx	51
Tabela 16. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto utilidade percebida.....	57
Tabela 17. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto facilidade de uso percebida	62

Tabela 18. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto intenção de uso.....	65
---	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

API – *Application Programming Interface*

IFAC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre

LV – laboratório virtual

LVs – laboratórios virtuais

MEDS – Método de Explicitação do Discurso Subjacente

RBIE – Revista Brasileira de Informática na Educação

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação

SE – software educativo

SEs – softwares educativos

TAM – *Technology Acceptance Model*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

1. Introdução

Este capítulo apresenta inicialmente uma contextualização sobre o tema do registro da experiência docente no uso de laboratórios virtuais. Em seguida, descreve o problema, os objetivos e a metodologia da pesquisa. Finalmente, apresenta como está organizada esta dissertação.

1.1. Contexto

A evolução tecnológica das últimas décadas gerou diversas possibilidades de tornar o aprendizado mais interativo e motivar os alunos. Novos dispositivos e ferramentas aparecem cada vez mais sendo utilizados em sala de aula. Isso ocorre em virtude do perfil atual dos alunos, que mais cedo se tornam usuários das novas tecnologias. Essa atual geração possui como características a facilidade no uso de novidades tecnológicas, a dificuldade em manter a atenção em algo, a confiança em sua habilidade de fazer várias coisas ao mesmo tempo e a crença de que “sabem tudo”, ou seja, representam um desafio real para os professores [Carlson, 2004].

A Educação vem se transformando para se adaptar a esse perfil de alunos e às novas tecnologias digitais de informação e comunicação. Até o final do século passado, os recursos didáticos utilizados em sala de aula se restringiam a livros, quadro, aula expositiva e trabalhos em grupo. Atualmente os recursos multimídia também são bastante utilizados, porém as aulas ainda mantêm a mesma estrutura, onde o professor apresenta os conhecimentos, habilidades e tarefas e os alunos, em muitos casos, são apenas ouvintes [Prado, 2015].

No Brasil, a grande maioria das instituições de ensino ainda funciona com métodos como o descrito acima, apesar de seus alunos estarem completamente expostos às novidades tecnológicas [Prado, 2015]. Essas instituições costumam enfrentar dificuldades financeiras, mas precisam lidar com a necessidade de se equipar com recursos tecnológicos vitais para o aprendizado e de adaptar os currículos levando em consideração o perfil dos alunos [IEAB, 2008]. As atividades laboratoriais são um exemplo das que ficam prejudicadas pela falta de infraestrutura e adequação dos currículos [Silva *et al.*, 2016].

Nesse cenário, os professores possuem como recurso ferramentas como os Softwares Educativos (SEs), com uma abordagem de ensino diferente da tradicional sala de aula [Schleyer e Johnson, 2003; Godoi e Padovani, 2009]. Tratam-se de programas

computacionais projetados e desenvolvidos com a finalidade de fornecer suporte ao ensino, geralmente utilizados no contexto escolar, como simuladores, jogos, objetos de aprendizagens e outros [Sancristobal *et al.*, 2012].

Uma categoria de Software Educativo (SE) que motiva os estudantes nas atividades realizadas e tem apresentado bons resultados com relação à aprendizagem é a dos Laboratórios Virtuais (LVs) [Diwakar *et al.*, 2016; Koh, 2017]. São programas que possibilitam aos alunos, através de um dispositivo tecnológico, realizarem experimentos ou simularem atividades que ocorrem em ambientes físicos, ou seja, sem a necessidade de estar em um laboratório real [Sancristobal *et al.*, 2012].

O uso dos LVs traz benefícios por possibilitar a realização de atividades geralmente caras com um baixo custo e perigosas em um ambiente seguro. Os LVs ainda são classificados como um fator motivador em comparação à instrução em sala de aula e à utilização de laboratórios remotos, opções aos laboratórios reais geralmente utilizadas pelos professores [Diwakar *et al.*, 2016; Koh, 2017].

Ainda que sejam comumente utilizados como alternativa à indisponibilidade de laboratórios reais, os LVs também podem ser usados para instrução antes da prática nesses ambientes [Ramírez *et al.*, 2017]. No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), os LVs foram uma alternativa encontrada por professores de computação para resolver problemas na utilização de laboratórios físicos de Montagem e Manutenção de Computadores. A quantidade de alunos era superior à de equipamentos disponíveis para as tarefas, o que fazia com que as atividades em ambiente real tivessem que ser desenvolvidas em grupos. Alguns alunos, nesse cenário, ficavam desmotivados a interagir. Além disso, várias peças estragavam por causa do mau uso, principalmente nas primeiras aulas no laboratório real, pois os professores não conseguiam acompanhar tudo o que acontecia.

Apesar dos LVs serem uma alternativa ao ensino, os professores se deparam com um problema quando resolvem utilizá-los: a escolha do software [Godoi e Padovani, 2009; Frerich *et al.*, 2014]. Esse problema é descrito amplamente na seção seguinte e esta dissertação aborda uma infraestrutura tecnológica que fornece suporte à seleção de LVs, composta por: a) um instrumento para o registro da experiência docente no uso de um LV; b) uma ferramenta que exhibe as informações das experiências de uso realizadas pelos professores no instrumento; c) e o conjunto de registros organizados.

Essa infraestrutura tecnológica, que é baseada no instrumento para registro das experiências de uso de LV, está entre as contribuições deste trabalho para as áreas da

pesquisa, Computação e Informática na Educação. Essas contribuições são discutidas de maneira aprofundada no Capítulo 5. De maneira geral, o processo de modelagem e refinamento sucessivo do instrumento é o elemento central desta dissertação, acompanhado pela organização e exibição dessas informações.

1.2. Problema

O problema de pesquisa abordado nesta dissertação esteve em torno da seleção de laboratórios virtuais por professores. Um dos critérios que pode ser utilizado para essa tarefa é a experiência de outros na utilização desses laboratórios. Na maioria das vezes em que os LVs são utilizados, as informações sobre como o uso ocorreu não são registradas. Quando esse registro ocorre, não segue um padrão amplamente estabelecido, ficando ao critério do professor definir quais informações farão parte dele. Mesmo nesses casos, essas informações não são disponibilizadas, geralmente fazendo parte de relatórios de atividades de ensino ou documentos similares, disponíveis apenas para o professor que as registrou ou à sua instituição de ensino. Os registros de experiências de uso possuem potencial para auxiliar professores na seleção de LVs por fornecerem informações sobre a utilização deles em diferentes contextos, indicando formas como podem ser utilizados.

Alternativas como repositórios digitais e sistemas de recomendação estão entre as tecnologias capazes de fornecer suporte à seleção de LVs, porém não costumam ser baseadas em experiências de uso. Para essa categoria de SEs, buscas realizadas no Google Acadêmico e nos Anais da Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) e do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) não retornaram uma ferramenta existente. Apesar de existirem repositórios de softwares educativos contendo LVs, não foi encontrado um em que eles apareçam como uma categoria e geralmente as informações sobre os softwares partem de um ponto de vista único, do desenvolvedor ou de quem inseriu a ferramenta no repositório. Acredita-se que o ponto de vista dos professores sobre as atividades com LVs carrega informações relevantes para influenciar na escolha e que geralmente não estão disponíveis nas tecnologias citadas.

Diante do exposto, o problema desta pesquisa se resumiu à seguinte questão: como apoiar a seleção de laboratórios virtuais para uso em sala de aula a partir de experiências de professores no uso dessas ferramentas?

1.3. Objetivos

A seguir, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

1.3.1. Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi definir uma infraestrutura tecnológica baseada em um instrumento para o registro e exibição de informações sobre experiências de uso de laboratórios virtuais a fim de facilitar o processo de seleção desses laboratórios através dessas informações.

1.3.2. Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- a) Investigar tecnologias existentes para registro de experiência de uso de LV;
- b) Consolidar as informações de registro de experiência de uso de LV em um instrumento;
- c) Criar mecanismos para fornecer suporte à seleção de LVs;
- d) Desenvolver uma infraestrutura tecnológica que sirva como ponto de partida para a criação de uma base de conhecimentos sobre experiências de uso de laboratórios virtuais.

1.4. Metodologia

A pesquisa descrita nesta dissertação aconteceu de acordo com as seguintes etapas:

- 1^a) Desenvolvimento da primeira versão do instrumento para registro da experiência docente no uso de laboratório virtual a partir de buscas iniciais;
- 2^a) Estudo piloto com a primeira versão do instrumento;
- 3^a) Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre tecnologias para o registro de experiências de uso de LVs;
- 4^a) Desenvolvimento da segunda versão do instrumento;
- 5^a) Avaliação da segunda versão do instrumento por especialistas;
- 6^a) Desenvolvimento da terceira versão do instrumento;
- 7^a) Desenvolvimento da VLEx, ferramenta para a organização das informações sobre experiências de uso de LVs;
- 8^a) Avaliação da aceitação da VLEx por professores.

As etapas da 1^a à 6^a seguem o protocolo ilustrado na Figura 1 e tratam do desenvolvimento, avaliação e melhoria do instrumento para registro da experiência docente no uso de LV. A metodologia utilizada em cada uma dessas etapas é descrita a seguir.



Figura 1. Etapas da pesquisa envolvendo o instrumento para registro da experiência docente no uso de LV

Inicialmente, foram realizadas buscas iniciais abordando o problema da escolha de LVs. Nessas buscas, utilizou-se os termos “seleção”, “utilização” e “laboratórios virtuais” para encontrar trabalhos mais recentes no Google Acadêmico e Anais da RBIE e SBIE, selecionados a partir da leitura dos resumos em um único filtro, e analisados completamente, em seguida. Verificou-se, nessas buscas, que a utilização de informações de uma experiência de uso para auxiliar na escolha de um software era incomum, bem como não foi encontrada uma tecnologia ou procedimento bem estruturado para registrar tais experiências. A partir desse problema e dos resultados encontrados, foi desenvolvida a primeira versão do instrumento que realiza o registro da experiência docente no uso de um LV. Trata-se de um questionário, escolhido por ser uma tecnologia fácil de ser ministrada e que facilita a análise dos dados [Lakatos e Marconi, 2017].

Essa primeira versão foi utilizada em dois casos de uso de LVs no IFAC, como um estudo piloto. Dois professores de disciplinas de Manutenção de Computadores utilizaram LVs da área com turmas do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática e registraram as experiências na primeira versão do instrumento. Ao final do estudo piloto, verificou-se, através da análise dos registros realizados e do *feedback* fornecido pelos professores, o potencial do instrumento em registrar, de fato, como um LV foi utilizado em uma turma.

Em seguida, foi realizada uma RSL onde se obteve uma visão geral das tecnologias existentes para o registro da experiência de uso de LV publicadas a partir de 2010, com objetivo de melhorar a primeira versão do instrumento. A data foi definida após as buscas iniciais resultarem em trabalhos a partir dela, indicando que o tema é recente, não havendo sido encontrada nenhuma revisão ou mapeamento da literatura sobre o assunto que pudesse ser utilizada como ponto de partida. A RSL foi realizada de acordo com as diretrizes

fornecidas por Kitchenham e Chartes [2007], com as buscas ocorrendo nas bibliotecas digitais da Scopus, Engineering Village, RBIE, SBIE e no Google Acadêmico.

A segunda versão do instrumento foi gerada a partir dos resultados do estudo piloto e da RSL e disponibilizada como um formulário do Google. Em seguida, foi submetida à avaliação de especialistas (professores de computação com experiência em LVs) através de um questionário específico abordando pontos fortes e fracos, além de sugestões de melhorias. As respostas dessa avaliação foram analisadas quantitativamente nas questões fechadas, com média e desvio padrão, e qualitativamente nas questões abertas, com o Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS) [Nicolaci-Da-Costa, 2007]. Em seguida, o instrumento foi remodelado a partir das opiniões na avaliação dos especialistas para a terceira versão.

A 7ª e 8ª etapas deste trabalho seguem o protocolo ilustrado na Figura 2 e tratam do desenvolvimento e avaliação da aceitação da ferramenta desenvolvida para organizar o acesso ao instrumento e a exibição das informações sobre os registros.

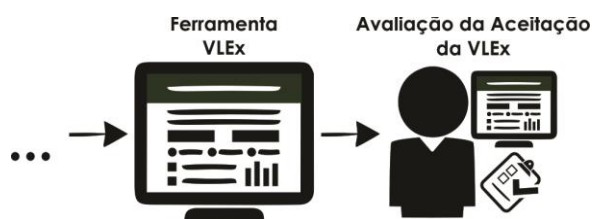


Figura 2. Etapas da pesquisa envolvendo a ferramenta VLEx

Com o instrumento na terceira versão, após ter passado por todas as etapas anteriores, foi desenvolvida uma ferramenta que permite que professores tenham acesso às informações sobre as experiências de uso de LVs. A ferramenta, denominada VLEx, contém a terceira versão do instrumento para registro da experiência docente no uso de LV e permite a visualização das informações sobre: a) um LV, com relação às experiências realizadas nele; e b) uma experiência de uso de um LV. A VLEx foi desenvolvida utilizando as tecnologias para o desenvolvimento *web* HTML, CSS, PHP e JavaScript, além da Interface de Programação de Aplicativos (API, do inglês *Application Programming Interface*) do Google, para obter os dados das respostas ao formulário do Google que é a terceira versão do instrumento.

Finalmente, a ferramenta foi avaliada por professores quanto à sua aceitação. Utilizou-se um questionário para obter opiniões sobre a utilidade, facilidade e intenção de uso da VLEx, construído a partir do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, do inglês *Technology Acceptance Model*) [Davis, 1989]. Os resultados foram analisados quantitativamente, com porcentagem, média e desvio padrão nas questões fechadas, e

quantitativamente nas questões abertas. Essa análise verificou, principalmente, se a infraestrutura tecnológica desenvolvida, que abrange o instrumento, a VLEx e o conjunto de registros organizados (ou seja, preparados para comporem uma base de conhecimento sobre experiências de uso de LVs a partir de uma formalização) fornece suporte aos professores na tarefa de selecionar um LV.

1.5. Organização

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica, com os conceitos relacionados aos LVs e o desenvolvimento da RSL sobre tecnologias para o registro de experiências de uso desses laboratórios; o Capítulo 3 apresenta o desenvolvimento e a validação do instrumento para registro de experiências de professores no uso dos LVs; o Capítulo 4 apresenta a ferramenta VLEx, desenvolvida para organizar o acesso às informações dos registros de experiências de uso de LVs e ao instrumento para registro, e ainda traz os resultados da sua avaliação, que indica o alcance do objetivo da pesquisa; finalmente, o Capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho, com os resultados alcançados e possibilidades de pesquisa a partir desta.

2. Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta os conceitos relacionados aos laboratórios virtuais e o desenvolvimento de uma Revisão Sistemática da Literatura que teve o objetivo de identificar tecnologias existentes para o registro de experiência de uso de laboratórios virtuais.

2.1. Introdução

Antes de abordar a solução do problema apresentado anteriormente, é importante apresentar os conceitos que estão relacionados à pesquisa. Dentre eles, os que dizem respeito aos laboratórios virtuais são considerados fundamentais para o entendimento do restante do texto desta dissertação, que aborda a seleção desses softwares educativos para uso em sala de aula a partir de informações de registros de experiências de uso. É apresentada a relação entre os LVs, os SEs e suas categorias e são estabelecidas as diferenças entre o que alguns autores classificam como LVs e o que realmente são no âmbito desta pesquisa.

Este capítulo ainda aborda, através de uma revisão sistemática da literatura, as tecnologias publicadas recentemente para o registro da experiência de uso de LV. Os trabalhos encontrados constituem o estado da arte sobre o tema, tendo sido realizado, no estudo, o planejamento, a execução e a análise dos resultados com um protocolo bem definido. A RSL forneceu um referencial teórico para uma das etapas do desenvolvimento do instrumento proposto para o registro da experiência de uso de LV, apresentado no Capítulo 3. Os documentos selecionados na RSL correspondem aos trabalhos relacionados a esta pesquisa.

O restante do capítulo está organizado da seguinte maneira: na Seção 2.2, são definidos conceitualmente os LVs, diferenciando-os de outros tipos de laboratórios, e ainda é discutida sua relação com as categorias de SEs existentes; na Seção 2.3, é apresentada a RSL desenvolvida, com descrição do protocolo utilizado, execução da revisão e análise dos resultados; finalmente, na Seção 2.4 são apresentadas as conclusões deste capítulo de Fundamentação Teórica.

2.2. Laboratórios Virtuais

Os laboratórios virtuais são softwares educativos, ferramentas desenvolvidas para o ensino, que permitem a simulação de atividades que ocorrem em laboratórios reais [Sancristobal *et al.*, 2012]. Também podem ser definidos como programas que possibilitam experimentação ou simulação de atividades de laboratório sem a necessidade de estar fisicamente no ambiente [Mikhaylov e Chernov, 2012]. Sua utilização tem crescido nos últimos anos por serem uma excelente ferramenta para motivar os alunos durante as atividades [Diwakar *et al.*, 2016; Koh, 2017] e por ajudarem a suprir deficiências nas disciplinas e cursos que exigem atividades práticas [Lima *et al.*, 2005].

Os LVs são ferramentas eficazes na preparação dos alunos antes da prática, mas costumam ser utilizados também em situações onde a prática no laboratório real não pode ser realizada [Ramírez *et al.*, 2017; Koh, 2017]. Nos LVs, experimentos considerados perigosos podem ser realizados de forma segura, através de um dispositivo tecnológico, como computador, *tablet* ou *smartphone*, e atividades caras podem ser realizadas com menor custo [Boehringer e Vanvinkenroye, 2017]. Outras principais vantagens da utilização dos LVs incluem os fatos de que [Mikhaylov e Chernov, 2012]:

- os experimentos podem ser projetados para as necessidades dos alunos;
- as experiências podem ser facilmente reproduzidas;
- o ambiente pode ser preparado facilmente, por não haver configurações complexas, geralmente comuns em laboratórios reais;
- as simulações podem ser configuradas de forma mais variável do que experiências práticas nos laboratórios reais;
- o aprendizado não fica limitado a um local e tempo específico.

Embora sejam classificados como SEs, os LVs incluem algumas das categorias de SEs existentes. Entre as categorias mais comuns que possuem ferramentas consideradas LVs, estão os simuladores, objetos digitais de aprendizagem e jogos [Cennamo *et al.*, 2014]. Dentre as três categorias, os simuladores são os que, conceitualmente, são definidos como LVs, por serem softwares capazes de simular e reproduzir o comportamento de algo que acontece no mundo real [Hamstra e Zendejas, 2014]. A Figura 3 ilustra a relação entre os SEs, suas categorias e os LVs.



Figura 3. Relação entre softwares educativos, suas categorias e laboratórios virtuais

Apesar de alguns autores considerarem LVs e laboratórios remotos como o mesmo tipo de ferramenta, é necessário distingui-los. Enquanto os LVs substituem uma experiência com um modelo de computador, proporcionando a simulação de uma experiência real, no laboratório remoto os experimentos são controlados por um computador, que está ligado a equipamentos de laboratório [San Cristobal *et al.*, 2012]. Outros autores ainda conceituam LVs como vídeos de experimentos gravados em laboratório real para serem utilizados por professores como ferramenta de ensino [Fonseca *et al.*, 2013]. Nesta pesquisa estão sendo considerados apenas os LVs, excluindo-se os laboratórios remotos e vídeos de experimentos em laboratórios reais.

2.3. Revisão Sistemática da Literatura sobre Registro de Experiência de Uso de Laboratório Virtual

Embora este capítulo de Fundamentação Teórica já tenha apresentado trabalhos que tratam sobre laboratórios virtuais, a maioria deles não traz informações sobre como registrar experiências de uso desses softwares. Portanto, houve necessidade de realizar um estudo secundário para identificar tecnologias propostas com potencial de contribuição para os objetivos desta pesquisa.

Esta seção fornece uma visão geral das tecnologias existentes para o registro de experiência de uso de LV 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 encontradas pesquisas 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 utilizado 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 2.3.1, foi definido o objetivo da revisão e desenvolvido um protocolo para sua realização. Na etapa de execução, descrita na Seção 2.3.2, 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 2.3.3, foram relatadas as descobertas.

2.3.1. 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, Intervention, 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	<i>TITLE-ABS-KEY{</i>
Tecnologia	<i>(("system" OR "tool" OR "instrument" OR "method" OR "questionnaire" OR "checklist" OR "framework" OR "approach" OR "technique" OR "scheme" OR "model") AND</i>
Registro	<i>("register" OR "registration" OR "log" OR "record" OR "note" OR "identification") AND</i>
Experiência de uso	<i>("use experience" OR "use" OR "practice") AND</i>
Laboratório Virtual	<i>AND ("virtual lab" OR "virtual laboratory" OR "remote lab" OR "virtual environment" OR "simulator" OR "educational software" OR "learning object")) AND</i>
Publicado desde 2010	<i>pub-year >2009</i>
STRING COMPLETA	<i>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</i>

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 2^a) 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.

2.3.2. 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.

2.3.3. 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 descrito no Capítulo 3 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.

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.

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]
		✓	McElhaney e Linn [2011]; Chaisanit <i>et al.</i> [2012]; James e Dumbleton [2013]; Korzeniowski <i>et al.</i> [2016]
	X	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]; Ramírez 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]
		✓	McElhaney e Linn [2011]
	X	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]
		✓	McElhaney e Linn [2011]
	X	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]

A seção seguinte apresenta as conclusões deste capítulo de Fundamentação Teórica que inclui os conceitos sobre os LVs e a RSL, reforçando seus resultados.

2.4. Conclusões

Neste capítulo, foram apresentados os conceitos relacionados aos laboratórios virtuais e descrita a RSL realizada para verificar como as experiências de uso de LVs estão sendo registradas. Os conceitos abordados são importantes para o entendimento do restante desta dissertação e estão em torno da definição dos LVs, estabelecendo que são SEs que permitem a simulação de atividades que acontecem em laboratórios reais.

Com relação à descoberta das tecnologias existentes para o registro da experiência de uso de LV, através da RSL, percebeu-se que os questionários, formulários e *checklists* estão sendo mais utilizados que outras tecnologias. Acredita-se que o fato de serem construídos e utilizados facilmente é uma das razões para tal, além da facilidade na análise dos dados. Com relação à fonte de dados para os registros, a maioria dos trabalhos aborda o ponto de vista dos alunos. Uma das razões é o fato de que os alunos são os usuários finais dos LVs. Porém, acredita-se que registrar uma experiência de uso de um LV na perspectiva do professor pode contribuir para fornecer uma visão mais ampla da utilização, contendo informações que podem auxiliar outros professores na escolha de um LV.

Os dados registrados nas tecnologias encontradas costumam ser relacionados aos conteúdos abordados nos LVs ou ao próprio funcionamento deles. Nesses casos, os trabalhos estão buscando avaliar a utilização do software pelos alunos como uma ferramenta para o ensino ou, até mesmo, descobrir falhas relacionadas à usabilidade que possam ser corrigidas, estando mais relacionados à avaliação do software. Sobre a disponibilidade, a maioria das tecnologias não está disponível, inviabilizando a utilização, e, dentre as disponíveis, a grande maioria é direcionada ao experimento descrito no documento, o que também inviabiliza a utilização.

A partir dos resultados da RSL, percebe-se que nenhuma das tecnologias encontradas é adequada para registrar completamente a experiência de uso de um LV com informações que possam auxiliar professores na seleção de um desses softwares. Porém, muitas características dos trabalhos encontrados podem ser utilizadas para o desenvolvimento de uma tecnologia que permita a realização desse registro de forma mais ampla. Essas características foram utilizadas no desenvolvimento do instrumento descrito no capítulo seguinte.

Ainda sobre a RSL, trabalhos relevantes sobre o tema podem não ter sido encontrados com o termo de busca utilizado. Nesse sentido, vale destacar que as buscas manuais foram realizadas de forma ampla e podem ter sido importantes para corrigir esse problema. Os resultados da extração de dados ainda podem ter sido afetados pelo viés do pesquisador que

extraiu os dados, o que pode resultar na imprecisão dos resultados. Esse viés foi combatido através da definição com detalhes de cada possível resposta às questões secundárias da pesquisa, para reduzir possíveis erros nesse sentido. Além disso, os resultados foram apresentados em reuniões ao orientador à medida que foram surgindo, o que gerou possibilidades de discussões mais amplas sobre eles.

A RSL serviu como base para uma das etapas de desenvolvimento do instrumento para registro de experiência docente no uso de LV proposto nesta dissertação, que é descrito a seguir, no Capítulo 3.

3. Instrumento para Registro da Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual

Este capítulo apresenta o instrumento desenvolvido para registrar experiências de professores no uso dos laboratórios virtuais. São descritas as três versões do instrumento e os procedimentos realizados para que se chegasse a cada uma delas.

3.1. Introdução

A partir do problema da pesquisa e das buscas iniciais, percebeu-se que existem informações sobre as experiências de uso de laboratórios virtuais geralmente não registradas que podem servir para auxiliar professores na tomada de decisões sobre qual software utilizar com sua turma. A proposta central desta pesquisa, nesse sentido, foi desenvolver um instrumento para realizar esse registro.

O desenvolvimento do instrumento passou por várias etapas envolvendo três versões. Inicialmente, ele foi gerado a partir dos resultados das buscas iniciais. Em seguida, foi validado através de um estudo piloto com professores utilizando LVs com suas turmas e registrando suas experiências na primeira versão. A partir dos resultados do estudo piloto e da RSL realizada, o instrumento foi refinado pela primeira vez, originando a segunda versão. Novamente foi validado, dessa vez através da avaliação de especialistas. Finalmente, foi refinado para a terceira versão a partir dos resultados dessa avaliação, sendo essa última versão validada na ferramenta VLEx, descrita no Capítulo 4.

O desenvolvimento e refinamento sucessivo do instrumento é o elemento central descrito neste capítulo, motivado por não ter sido encontrada uma solução pronta. Logo, sua contribuição está em apresentar o processo de modelagem ou criação de um modelo, descrito neste trabalho como instrumento, para o registro das experiências na utilização de LVs por professores. Objetivou-se determinar o conjunto de questões que permite que as informações obtidas através de suas respostas sejam úteis para auxiliar na seleção dessas ferramentas.

A modelagem descrita neste capítulo se baseou no processo de desenvolvimento iterativo-incremental. Trata-se de um processo onde são utilizados vários ciclos para o desenvolvimento, com base no conceito de iteração, e a cada ciclo são realizadas melhorias, baseadas na ideia de incremento [Pressman e Maxim, 2016]. Essas melhorias são as novas características acrescentadas ao instrumento ao longo das três versões. O processo de

desenvolvimento utilizado para a criação do instrumento é apresentado na Figura 4. Cada versão é representada pelos processos de desenvolvimento e validação das questões. Destaca-se que a validação da terceira versão do instrumento foi realizada na ferramenta VLEx, descrita no Capítulo 4.

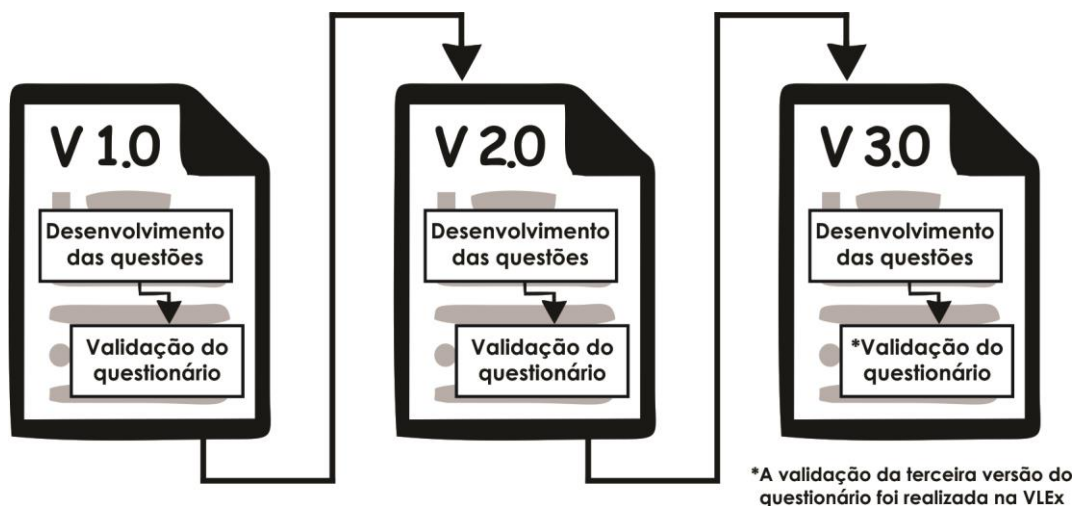


Figura 4. Processo de desenvolvimento iterativo-incremental do instrumento para registro da experiência docente no uso de LV

O restante do capítulo está organizado da seguinte maneira: na Seção 3.2, é apresentada a primeira versão do instrumento e descrito o estudo piloto realizado para sua validação; na Seção 3.3, é apresentada a segunda versão, com as alterações realizadas a partir do estudo piloto e dos resultados da revisão sistemática da literatura, e descrita a avaliação realizada por especialistas sobre a versão; na Seção 3.4, é apresentada a terceira versão do instrumento, com as alterações realizadas a partir dos resultados da avaliação dos especialistas; finalmente, na Seção 3.5, são apresentadas as conclusões deste capítulo sobre o instrumento desenvolvido para registrar a experiência docente no uso de um laboratório virtual.

3.2. Primeira Versão

Para o desenvolvimento da primeira versão do instrumento para o registro da experiência docente no uso de LV, foi realizado, inicialmente, um processo de buscas iniciais no Google Acadêmico e nos Anais da RBIE e do SBIE. Nessa etapa a busca envolveu os termos “seleção”, “utilização” e “laboratórios virtuais” e objetivaram encontrar características consideradas importantes para descrever a utilização desses softwares. Essas características foram obtidas nos trabalhos de McCaughey e Traynor [2010], Seniow *et al.* [2010], Bose *et al.* [2011], Chaisanit *et al.* [2012]; Li *et al.* [2012]; Martins *et al.* [2012], Yalcinap e Emiroglu

[2012], Brito e Cunha [2012], Black e Waggoner [2013], Lucena *et al.* [2013], Chung *et al.* [2013], Lerro e Marchisio [2016], Diwakar *et al.* [2016], Ramírez *et al.* [2017], Achuthan *et al.* [2017] e Koh [2017]. Entre os pontos que foram considerados necessários para obtenção de uma visão ampla da adoção de um LV, estão: o contexto do uso, como foi utilizado, o suporte fornecido, a metodologia proposta para a atividade e observações adicionais.

A primeira versão do instrumento consiste em um questionário com 18 questões (seis abertas e doze fechadas) e pode ser visualizada na Tabela 8. Em cada questão, a escolha por torna-las abertas ou fechadas levou em consideração se era possível obter as informações desejadas de forma mais fácil, ou seja, com respostas fechadas, inicialmente. Apesar de conter os dois tipos de questões, algumas questões fechadas que possuem como resposta a opção “parcialmente” estão acompanhadas de um campo de justificativa, para o melhor entendimento do ponto de vista do docente sobre o item questionado.

As questões foram classificadas em quatro tópicos: relacionadas ao uso, relacionadas ao LV, relacionadas aos alunos e relacionadas às observações realizadas pelo professor. Essa classificação foi definida para a organização do instrumento, classificando questões relacionadas nas mesmas categorias, no intuito de criar um roteiro lógico para facilitar o preenchimento.

No tópico que envolve questões relacionadas ao uso, as questões 1, 2, 3, 4 e 6 abordam informações que aparecem em vários trabalhos que descrevem a utilização de LVs, como os de Bose *et al.* [2011], Chaisanit *et al.* [2012]; Li *et al.* [2012]; Martins *et al.* [2012], Black e Waggoner [2013] e Ramírez *et al.* [2017]. Essas informações ajudam a entender o contexto da atividade realizada com o LV. Completa esse tópico a questão 5, que aborda se os alunos utilizaram o LV sozinhos ou não. Para essa questão, levou-se em consideração o trabalho de Achuthan *et al.* [2017], que afirma que em um laboratório físico os alunos costumam trabalhar em grupo, enquanto em um laboratório virtual os alunos interagem para aprender conceitos individuais, indicando essa metodologia como mais adequada.

No tópico relacionado ao software, as questões 7 e 9 levaram em consideração os estudos realizados por Yalcinap e Emiroglu [2012], que indicou que, na hora de escolher um SE, os professores buscam, dentre outras características, que seja facilmente acessível e usável, e Brito e Cunha [2012], que verificou que a preparação de um laboratório para ensino é uma tarefa repetitiva, demorada e as vezes complicada, a depender dos equipamentos e sistemas, e a facilidade em acessar e utilizar um laboratório virtual é um ponto positivo à sua utilização como alternativa aos laboratórios físicos. Ainda no mesmo tópico, a questão 8

abordou a fidelidade da simulação realizada no LV, baseada no trabalho de Diwakar *et al.* [2016], que mostrou que os laboratórios virtuais são uma ferramenta válida para complementar a formação quando simulam adequadamente as atividades do laboratório real.

Tabela 8. Primeira versão do instrumento para registro da experiência docente no uso de laboratório virtual

	Nº	QUESTÕES	RESPOSTAS POSSÍVEIS	OBJETIVOS
Uso	1	Laboratório virtual	Resposta aberta	Descobrir qual laboratório virtual foi utilizado na atividade
	2	Quantidade de alunos	Resposta aberta	Descobrir quantos alunos participaram da atividade
	3	Carga horária da prática com o laboratório virtual	Resposta aberta	Descobrir quantas horas da disciplina foram utilizadas para a atividade
	4	O laboratório virtual foi utilizado em qual dispositivo?	Computador, <i>smartphone</i> , <i>tablet</i> ou outro	Descobrir o dispositivo tecnológico que deu suporte para a atividade
	5	Cada aluno teve acesso individual ao laboratório virtual?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se os alunos utilizaram a ferramenta sozinhos, com maior carga horária individual de uso
	6	Com relação ao espaço de tempo da disciplina o laboratório virtual, foi utilizado...	No início, entre o início e a metade, na metade, entre a metade e o fim, no fim	Descobrir em qual parte da disciplina a ferramenta foi adotada
Software	7	O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se houve algum problema para preparar o ambiente para o uso da ferramenta
	8	O laboratório virtual imita um experimento exatamente como acontece em um laboratório real?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se a ferramenta possui um bom nível de fidelidade com a tarefa a qual se propõe a simular
	9	O laboratório virtual possui manual fácil de ser acessado?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se a ferramenta fornece algum mecanismo de suporte ao aluno durante o uso
Alunos	10	Os alunos foram instruídos sobre como utilizar o software antes de ter contato com ele?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se o professor forneceu informações sobre a ferramenta aos alunos antes da prática
	11	Os alunos tiveram acesso ao conteúdo abordado pelo software antes do uso, em aulas?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se os alunos conheciam o conteúdo abordado pela ferramenta antes da prática
	12	Os alunos foram auxiliados durante a atividade?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir se os alunos tiveram suporte do professor, além do manual, durante a prática
Observações	13	Os alunos se sentiram motivados a realizar a atividade?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir o ponto de vista do professor com relação ao nível de motivação dos alunos durante a prática
	14	A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real?	Sim, não ou parcialmente	Descobrir o ponto de vista do professor sobre o potencial da ferramenta de preparar os alunos para a prática em ambiente real
	15	Os resultados obtidos, quanto ao ensino, estão...	Abaixo do esperado, dentro do esperado ou acima do esperado	Descobrir se o professor considera que a atividade contemplou suas expectativas no que diz respeito ao ensino do conteúdo abordado
	16	Quais os pontos positivos percebidos durante a atividade?	Resposta aberta	Descobrir percepções positivas do ponto de vista do professor sobre a atividade
	17	Quais os pontos negativos percebidos durante a atividade?	Resposta aberta	Descobrir percepções de problemas ou dificuldades encontradas do ponto de vista do professor sobre a atividade
	18	Descreva as observações adicionais	Resposta aberta	Descobrir outros aspectos relacionados ao uso da ferramenta que não tenham sido abordados nas questões anteriores

As questões do tópico relacionado a percepções do professor sobre os alunos, 10, 11 e 12, se basearam nos trabalhos de Lucena *et al.* [2013], Lerro e Marchisio [2016] e Ramírez *et al.* [2017], nos quais foi realizada instrução completa antes do uso do LV. Nesses trabalhos, os resultados obtidos foram positivos, a partir das notas e opiniões dos alunos com relação às dificuldades encontradas, e esse modelo foi recomendado pelos autores.

No tópico relacionado às observações do professor, a questão 13 se baseou nos estudos de Brito e Cunha [2012], Martins *et al.* [2012], Diwakar *et al.* [2016] e Koh [2017]. Esses

estudos classificaram o uso de laboratórios virtuais como um fator motivador em comparação com instrução em sala de aula e até mesmo utilização de laboratórios remotos, indicando a motivação como uma característica relevante para auxiliar na escolha de um LV. A questão 14 foi gerada a partir dos trabalhos de McCaughey e Traynor [2010], Chung *et al.* [2013], Koh [2017] e Ramírez *et al.* [2017], onde os autores verificaram que a simulação prepara melhor para a utilização de um laboratório real que somente a sala de aula. No instrumento, essa questão não busca verificar isso, mas obter um *feedback* do professor sobre como enxerga a preparação dos alunos a partir do uso do LV.

Ainda no tópico observações, a questão 15 foi baseada no trabalho de Seniow *et al.* [2010], relacionado ao desempenho dos alunos a partir de metodologias bem definidas. Com essa questão no instrumento, a intenção foi permitir que o professor fornecesse informações sobre o desempenho dos seus alunos para que essas pudessem ser comparadas com a metodologia utilizada, descrita de maneira geral em outras questões do instrumento, visando melhorias em novas experiências de uso a partir dessas informações. Finalmente, as questões 16, 17 e 18 objetivaram obter informações relevantes não adquiridas no restante do questionário, com o professor tendo liberdade para comentar pontos julgados como positivos ou negativos e outras observações sobre a experiência de uso do LV.

Após o desenvolvimento, passou-se à validação da primeira versão do instrumento, descrita a seguir.

3.2.1. Validação: Estudo Piloto

A validação da primeira versão do instrumento para registro da experiência docente no uso de LV foi realizada através de um estudo piloto. Inicialmente, dois professores de disciplinas de Manutenção de Computadores do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática do IFAC utilizaram LVs com suas turmas. A escolha desses professores para o estudo piloto levou em consideração o fato de utilizarem LVs regularmente em suas disciplinas, sendo essa a característica de destaque relacionada aos seus perfis.

Os professores tiveram total liberdade para planejar as atividades e escolheram utilizar o Intel Simulador de Defeitos [Intel Corporation, 2011], um simulador baseado em perguntas e respostas sobre um defeito de computador, e o Cisco IT Essentials Virtual Desktop [Cisco Systems, 2008], um simulador que permite ao usuário realizar procedimentos com hardware em um ambiente seguro, como encaixar um processador em uma placa-mãe, por exemplo. A Figura 5 mostra a interface dos LVs.

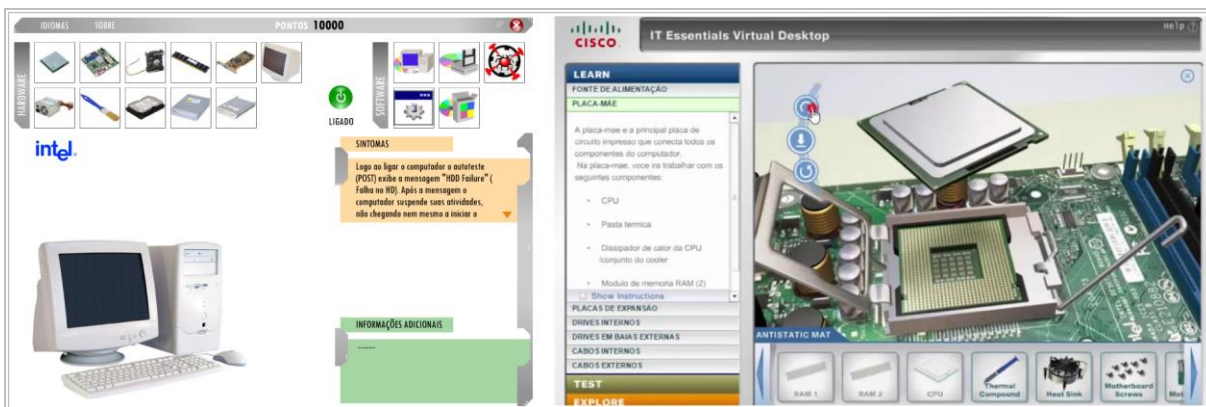


Figura 5. Interfaces do Intel Simulador de Defeitos (esquerda) e do Cisco IT Essentials Virtual Desktop PC & Laptop (direita)

Após a utilização, os professores registraram suas experiências com a primeira versão do instrumento, tendo sido analisadas, em seguida, as informações dos registros e o *feedback* fornecido pelos professores sobre o instrumento. A partir das informações dos registros, concluiu-se que os professores perceberam uma melhoria na motivação dos alunos durante as atividades. Os LVs utilizados foram considerados como uma estratégia importante para situações envolvendo custo ou risco, tendo preparado os alunos para a prática em ambiente real, segundo os professores. A Figura 6 mostra a realização das atividades com os LVs no Laboratório de Informática do IFAC.



Figura 6. Atividades com laboratórios virtuais no estudo piloto

As opiniões dos professores sobre a primeira versão do instrumento no estudo piloto mostraram que eles o consideraram fácil de ser preenchido, principalmente por contar com a maioria das questões fechadas, e como uma estratégia válida para aproveitar as informações sobre como ocorreu o uso do LV. Porém, sugeriram a adição de textos de ajuda para cada questão, visto que tiveram dificuldades em entender o que estava sendo perguntado em algumas. Também relataram que o preenchimento seria mais fácil se fosse realizado em um

questionário eletrônico, já que receberam as questões em um documento de texto para ser respondido à mão ou no editor de textos e devolvido aos pesquisadores.

No geral, o *feedback* fornecido pelos professores foi classificado como positivo e o questionário foi considerado uma tecnologia viável para o registro da experiência de uso de um LV. As sugestões descritas foram consideradas para a melhoria do instrumento, na segunda versão, apresentada a seguir.

3.3. Segunda versão

O estudo piloto apontou para a necessidade de melhorias no instrumento de registro de experiências com os LVs. Decidiu-se, então, realizar uma RSL com o objetivo de verificar quais tecnologias existem para registrar experiências com uso de LVs e como funcionam, descrita no capítulo anterior. Como resultado, a segunda versão do instrumento foi desenvolvida a partir da primeira versão e com características das tecnologias existentes e descobertas realizadas na RSL.

A segunda versão do instrumento contém 31 questões, entre abertas e fechadas (múltipla escolha, seleção e escala Likert de cinco pontos – de discordo totalmente a concordo totalmente), e pode ser vista na Tabela 9. Os textos de ajuda de cada questão também aparecem na tabela e são uma das melhorias realizadas a partir das sugestões dos professores no estudo piloto.

Essa versão foi disponibilizada como formulário do Google, seguindo outra recomendação do estudo piloto para melhoria do instrumento. A opção por essa tecnologia se deu por estar consolidada para o trabalho com diversos tipos de questionários, além de facilitar a edição e o acesso. No formulário, há uma página inicial com informações introdutórias, seguida de três seções de questões. A Figura 7 apresenta um trecho de uma das seções do instrumento como formulário do Google. As demais alterações são descritas detalhadamente na seção seguinte.

Registro de Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual

Nessa etapa, você responderá a questões sobre suporte e acesso ao laboratório virtual, dificuldades no uso e motivação dos alunos e a simulação no laboratório virtual.

Os alunos foram instruídos sobre como utilizar o laboratório virtual antes da atividade.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Os alunos tiveram aula sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes da atividade.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Figura 7. Trecho da segunda versão do instrumento como formulário do Google

Tabela 9. Segunda versão do instrumento para registro da experiência de uso de laboratório virtual

Nº	TÓPICO	TIPO	QUESTÃO	TEXTO DE AJUDA
1	Cenário	Aberta	Nome	Insira seu nome para ser identificado.
2		Aberta	E-mail	Insira seu e-mail para que outros possam entrar em contato sobre essa experiência de uso.
3		Aberta	Laboratório virtual	Insira o nome do laboratório virtual utilizado.
4		Aberta	Disponível em	Insira um endereço <i>web</i> (URL) onde o laboratório virtual pode ser encontrado.
5		Aberta	Área	Insira a área do conhecimento que o laboratório virtual abrange.
6		Aberta	Disciplina	Insira a disciplina em que o laboratório virtual foi utilizado.
7		Aberta	Curso	Insira o curso da disciplina em que o laboratório virtual foi utilizado.
8		Seleção	Nível (<i>fundamental/médio/técnico/superior/pós-graduação/outro</i>)	Escolha o(s) nível(is) de ensino dos alunos que utilizaram o laboratório virtual.
9		Aberta	Quantidade de alunos	Insira a quantidade de alunos que utilizou o laboratório virtual.
10		Aberta	Carga-horária da disciplina	Insira a duração, em horas, da disciplina.
11		Aberta	Carga-horária da prática com o laboratório virtual	Insira a duração, em horas, da prática com o laboratório virtual.
12		Aberta	O laboratório virtual foi utilizado em que momento da disciplina?	Ele pode ter sido utilizado após uma etapa específica, logo no início, no meio ou no fim da disciplina, ou até mesmo durante toda ela. Descreva esse momento.
13	Suporte	Likert	Os alunos foram instruídos sobre como utilizar o laboratório virtual antes da atividade.	-
14		Likert	Os alunos tiveram aula sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes da atividade.	-
15		Likert	Os alunos foram auxiliados durante a atividade no(s) conceito(s) que estava(m) sendo desenvolvido(s).	-
16		Likert	Os alunos foram auxiliados durante a atividade na utilização do laboratório virtual.	-
17		Likert	Os alunos foram auxiliados durante a atividade no manuseio do equipamento.	-
18		Likert	O laboratório virtual possui manual fácil de ser utilizado.	-
19	Acesso	Seleção	O laboratório virtual foi utilizado em qual(is) dispositivo(s)? (<i>computador/smartphone/tablet/outro</i>)	Selecione o(s) dispositivo(s) que foi(ram) utilizado(s) para acessar o laboratório virtual.
20		Aberta	Qual a justificativa para ter usado esse(s) dispositivo(s)?	Descreva por que o laboratório virtual foi utilizado nesse(s) dispositivo(s).
21		Múltipla Escolha	Os alunos tiveram acesso individual ao laboratório virtual? (<i>sim/não/parcialmente</i>)	Caso a atividade tenha ocorrido com um aluno por dispositivo, selecione "sim", ou com mais de um aluno por dispositivo, selecione "não". Caso tenha havido o uso individual seguido do uso em grupo ou vice-versa, ou, ainda, alguns alunos tenham utilizado individualmente e outros não, selecione "parcialmente".
22		Aberta	Qual a justificativa para essa forma de acesso?	Descreva por que optou por essa forma de acesso.
23		Likert	O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente.	-
24		Usabilidade	Likert	Não percebi nenhum problema ou dificuldade no uso do laboratório virtual por parte dos alunos.
25	Motivação	Likert	Percebi os alunos motivados a realizar a atividade no laboratório virtual.	-
26	Simulação	Likert	O laboratório virtual imita o experimento simulado exatamente como acontece em um laboratório real, em relação aos materiais, métodos e resultados.	-
27		Likert	A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real.	-
28	Metodologia	Aberta	Como você utilizou o laboratório virtual em sua disciplina?	Descreva a metodologia que usou para essa atividade.
29		Aberta	Quais os pontos positivos percebidos durante a atividade?	Descreva os pontos que julgar positivos encontrados durante a atividade.
30	Geral	Aberta	Quais os pontos negativos percebidos durante a atividade?	Descreva as dificuldades, problemas e outros pontos que julgar negativos com os quais lidou durante a atividade.
31		Aberta	Descreva as observações adicionais.	Se há algo que não foi descrito nos campos anteriores e gostaria de compartilhar, escreva aqui.

3.3.1. Alterações

As alterações realizadas da primeira para a segunda versão foram baseadas nos resultados do estudo piloto e da RSL e consistem na exclusão da questão 15 da primeira versão, modificações nas questões de 4 a 14 da primeira versão, inclusão de doze novas questões na segunda versão e reorganização do instrumento. A Figura 8 ilustra de forma resumida as alterações.

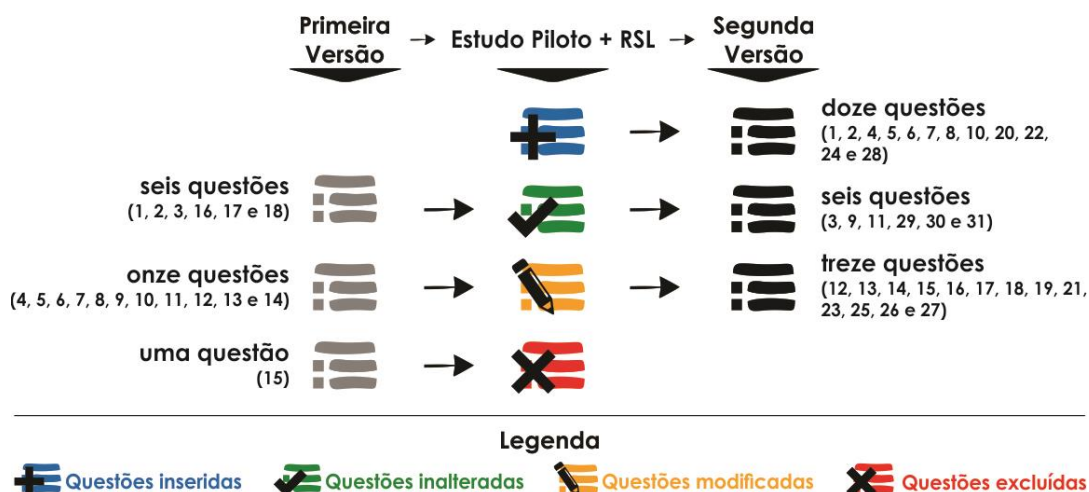


Figura 8. Alterações da primeira para a segunda versão do instrumento

Entre as doze questões incluídas na segunda versão, oito estão relacionadas ao contexto: nome (1) e e-mail (2) do professor, endereço *web* onde o LV pode ser acessado (4), área que abrange (5), curso (7), disciplina (6) e carga horária da disciplina (10) em que foi utilizado e nível de ensino da turma (8). Elas são consideradas importantes por permitirem visualizar o cenário em que o LV foi utilizado de forma mais clara, já que na versão anterior as informações obtidas através do instrumento não descreviam amplamente esse cenário de uso.

Outras questões que aparecem pela primeira vez no instrumento são a justificativa para utilização do dispositivo escolhido (20) e a justificativa para opção pelo acesso individual ou não dos alunos (22). Ambas foram inseridas para que as informações obtidas possam descrever completamente as motivações para a escolha do dispositivo e da forma de acesso. Finalizando as novas questões da segunda versão estão a ocorrência de problemas ou dificuldades no uso do LV por parte dos alunos (24) e como o professor utilizou o LV na disciplina (28). Essas questões são consideradas úteis para que os problemas observados em uma experiência possam ser superados e que se tenha um referencial metodológico para novas experiências de uso.

As questões 1, 2, 3, 16, 17 e 18 da primeira versão foram mantidas inalteradas, correspondendo, respectivamente, às questões 3, 9, 11, 29, 30 e 31 na segunda versão. A exclusão da questão 15 da primeira versão, que trata dos resultados da atividade com relação ao ensino, se deu por entender que essa informação está fora do escopo do registro da experiência de uso, tratando da avaliação do desempenho dos alunos. A Tabela 10 apresenta um controle das modificações realizadas nas questões de 4 a 14 da primeira versão.

3.3.1.1. Organização

As questões na segunda versão foram organizadas de modo a esclarecer sobre oito tópicos que foram considerados importantes, como pôde ser visto na Tabela 9, substituindo os quatro da primeira versão: cenário, suporte, acesso, usabilidade, motivação, simulação, metodologia e geral. Essa divisão foi pensada para agrupar questões que abordam pontos comuns e melhorar o roteiro lógico para o preenchimento. A seguir, são discutidos cada um dos tópicos.

As questões relacionadas ao cenário consistem em itens de identificação, em sua maioria, encontrados em todos os trabalhos que descrevem o uso de SEs, como o nome do software, quantidade de alunos e disciplina em que foi utilizado, entre outros. As questões sobre suporte dizem respeito ao suporte fornecido aos alunos antes e durante a utilização do LV e foram baseadas nos trabalhos de Lucena *et al.* [2013] e Ramírez *et al.* [2017].

As questões sobre acesso dizem respeito aos dispositivos utilizados, à facilidade de instalação nesses dispositivos e à forma de uso do LV, que pode ser individual ou em grupo. A escolha da forma de uso, segundo Diwakar *et al.* [2016], depende da estrutura existente e da metodologia utilizada pelo professor. Trabalhos como os de Yalcinap e Emiroglu [2012] e Brito e Cunha [2012] apontam que a facilidade de acesso é determinante para a escolha de um LV.

No tópico usabilidade, uma questão diz respeito às dificuldades percebidas pelo professor no uso do LV pelos alunos. No estudo realizado por Kalyvioti e Mikropoulos [2013], os autores relacionaram a facilidade de uso de um LV, apontada pelos estudantes, com melhores resultados na aprendizagem e motivação. A indicação de que houve ou não dificuldades no uso por parte dos alunos é considerada relevante para a seleção de um software e, até mesmo, para avaliá-lo.

Tabela 10. Questões modificadas da primeira para a segunda versão do instrumento

PRIMEIRA VERSÃO	ALTERAÇÕES REALIZADAS	SEGUNDA VERSÃO
Q3 – O laboratório virtual foi utilizado em qual dispositivo? <i>(computador/smartphone/tablet/outro)</i>	Mudança do enunciado e do tipo de questão (de múltipla escolha para seleção), por entender que um laboratório pode ser utilizado em mais de um dispositivo tecnológico na mesma atividade.	Q19 - O laboratório virtual foi utilizado em qual(is) dispositivo(s)? <i>(computador/smartphone/tablet/outro)</i>
Q4 - Cada aluno teve acesso individual ao LV? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento.	Q21 - Os alunos tiveram acesso individual ao laboratório virtual? <i>(sim/não/parcialmente)</i>
Q5 - Com relação ao espaço de tempo da disciplina, o laboratório virtual foi utilizado... <i>(no início/entre o início e a metade/na metade/entre a metade e o fim/no fim)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão fechada para questão aberta para abranger respostas mais precisas.	Q12 - O laboratório virtual foi utilizado em que momento da disciplina?
Q6 - O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar a facilidade de instalação.	Q23 - O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q7 - O laboratório virtual imita um experimento exatamente como acontece em um laboratório real? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar a fidelidade do laboratório virtual.	Q26 - O laboratório virtual imita o experimento simulado exatamente como acontece em um laboratório real, em relação aos materiais, métodos e resultados. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q8 – O laboratório virtual possui manual fácil de ser acessado? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar a facilidade de uso do manual.	Q18 - O laboratório virtual possui manual fácil de ser utilizado. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q9 - Os alunos foram instruídos sobre como utilizar o software antes de ter contato com ele? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar quanta instrução os alunos receberam sobre o laboratório virtual antes do uso.	Q13 - Os alunos foram instruídos sobre como utilizar o laboratório virtual antes da atividade. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q10 - Os alunos tiveram acesso ao conteúdo abordado pelo software antes do uso, em aulas? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar quanta instrução os alunos receberam sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes do uso.	Q14 - Os alunos tiveram aula sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes da atividade. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q11 - Foram auxiliados durante a atividade? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Essa questão foi dividida em três: auxílios com conceitos, com uso do laboratório virtual e com o manuseio do equipamento usado para acessar o laboratório virtual. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar quanto auxílio foi necessário.	Q15 - Os alunos foram auxiliados durante a atividade no(s) conceito(s) que estava(m) sendo desenvolvido(s). Q16 – Os alunos foram auxiliados durante a atividade na utilização do laboratório virtual. Q17 - Os alunos foram auxiliados durante a atividade no manuseio do equipamento. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q12 - Os alunos se sentiram motivados a realizar a atividade? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança do enunciado para facilitar o entendimento. Mudança de questão de múltipla escolha, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar quanta instrução os alunos receberam sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes do uso.	Q25 - Percebi os alunos motivados a realizar a atividade no laboratório virtual. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>
Q13 - A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real? <i>(sim/não/parcialmente)</i>	Mudança de questão de seleção, em forma de pergunta, para escala Likert, em forma de afirmação, para facilitar mensurar quanta instrução os alunos receberam sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual antes do uso.	Q27 - A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real. <i>(discordo totalmente/discordo parcialmente/indiferente/concordo parcialmente/concordo totalmente)</i>

No tópico motivação, uma questão aborda se, na percepção do professor, os alunos estiveram motivados a desenvolver a atividade proposta. Tal tópico é relevante dado que atividades com alunos motivados tendem a melhores resultados, mesmo com aplicações bastante simples, como reportado por Martins *et al.* [2012]. Outros trabalhos ainda destacam o sucesso dos LVs com relação à motivação, como os de Brito e Cunha [2012], Diwakar *et al.* [2016] e Koh [2017].

As questões sobre simulação são as que mais estão relacionadas aos LVs, por abordarem o nível de fidelidade da atividade, em comparação com como ocorre em um laboratório real, e a preparação fornecida. Nesse sentido, os trabalhos de Diwakar *et al.* [2016], Koh [2017] e Ramírez *et al.* [2017] destacam resultados positivos na prática em ambiente real associados ao uso de LVs anteriormente. Dessa forma, professores tendem a selecionar os que simulam melhor suas atividades.

No tópico metodologia, uma questão aborda como o LV foi utilizado, ou seja, a metodologia definida pelo professor. Para Seniow *et al.* [2010], a metodologia de uso dos LVs tem um grande potencial para melhorar o aprendizado dos alunos. Essa informação é útil, principalmente, para professores sem experiência no uso desses SEs, pois podem visualizar metodologias em experiências com resultados positivos, adaptá-las e utilizá-las.

O último tópico agrupa pontos positivos, negativos e observações adicionais sobre a atividade, e é nomeado de geral. Os pontos positivos são indicativos de acerto na utilização de um LV. Os negativos indicam problemas, falhas ou dificuldades que podem ser observadas para que não ocorram em outras experiências. As observações adicionais ainda contemplam informações relevantes que não couberam como resposta a nenhuma outra questão e são tão importantes para auxiliar na seleção de um LV como as demais.

Após concluída, a segunda versão do instrumento foi validada através da avaliação de especialistas, descrita a seguir.

3.3.2. Validação: Avaliação de Especialistas

Com intuito de avaliar o instrumento gerado após o estudo piloto e a RSL, a segunda versão foi submetida à análise de sete especialistas. Foram escolhidos, para essa etapa, professores de computação que possuem experiência na utilização de LVs e docência de, no mínimo, cinco anos. Destaca-se que os dois professores que participaram do estudo piloto não estão entre os sete especialistas que participaram dessa etapa.

As opiniões foram emitidas através de respostas a um questionário com questões abertas e fechadas (em escala Likert de cinco pontos, de discordo totalmente a concordo

totalmente), indicando se as informações providas através do instrumento ajudam na escolha de um LV, se as perguntas eram suficientes para descrever todos os aspectos relevantes do uso do LV em uma atividade, pontos positivos e negativos do instrumento e sugestões de melhorias. A Figura 9 apresenta um trecho do questionário para os especialistas, que foi disponibilizado como formulário do Google.

Avaliação do Instrumento para Registro de Experiência Docente no Uso de Laboratórios Virtuais

Este questionário foi desenvolvido para validação, a partir da opinião de especialistas, do instrumento para Registro de Experiência Docente no Uso de Laboratórios Virtuais, que serve para coletar informações sobre a adoção de um laboratório virtual por professores em suas disciplinas.

O instrumento consiste em um questionário contendo 31 itens e está disponível em https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdKqgJ_UdNXKoXAFMJUBIVNeObjPIDKeodGdzvgndufhOKV6g/viewform. Uma versão em PDF pode ser acessada em https://drive.google.com/file/d/15CFellz7j5BAuMm0o-wyJniGC5Sh_Gx3/view?usp=sharing. Após acessá-lo, responda às questões abaixo.

Desde já, agradecemos por colaborar.

As informações providas pelos professores através do questionário ajudam na escolha de um laboratório virtual.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

As perguntas são suficientes para descrever todos os aspectos relevantes do uso do laboratório virtual em uma atividade.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Figura 9. Questionário para avaliação da segunda versão do instrumento por especialistas

Os resultados das duas questões fechadas são apresentados na Tabela 11 com a média e desvio padrão, e analisados em seguida. As demais questões são analisadas na sequência.

Tabela 11. Média e desvio padrão das questões em escala Likert para a avaliação da segunda versão do instrumento por especialistas

QUESTÃO	MÉDIA	DESvio PADRÃO
1 - As informações providas pelos professores através do instrumento ajudam na escolha de um laboratório virtual.	3,28	1,70
2 - As questões do instrumento são suficientes para descrever todos os aspectos relevantes do uso do laboratório virtual em uma atividade.	4,00	1,15

O desvio padrão de 1,70 na primeira questão foi considerado muito elevado para a escala de cinco pontos com sete respondentes, e indicou que os especialistas não opinaram em

consenso. Dois discordaram totalmente da afirmação, sugerindo que as informações oriundas do instrumento não ajudam na escolha de um LV. Contrários a essa opinião, a maioria concordou com a afirmação. Um opinou com indiferença. A média de 3,28 na questão indica uma tendência do grupo de especialistas a concordar que a escolha de um LV pode ser auxiliada pelas informações obtidas através do instrumento.

Na segunda questão, a média de 4,00 indica, na opinião dos especialistas, que as questões do instrumento descrevem suficientemente os aspectos relevantes do uso de um LV, mas o desvio padrão de 1,15 mostra que as opiniões ainda foram distantes da média (para mais ou para menos). Como apenas um discordou parcialmente da afirmação, pode-se afirmar que os especialistas avaliaram positivamente o instrumento nesse item. Um especialista se mostrou indiferente e cinco concordaram parcialmente ou totalmente com a afirmação. A realização da RSL, agregando características de outras tecnologias ao instrumento, foi fundamental para esse resultado, tornando-o mais completo.

Os especialistas ainda listaram os pontos que consideraram positivos e negativos, além de alterações sugeridas no instrumento. Essas informações foram analisadas com o Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS), proposto por Nicolaci-Da-Costa [2007], para análises qualitativas. Consiste, basicamente, na classificação das opiniões em categorias, desconsiderando, no caso dessa avaliação, a relação entre o enunciado das questões e as respostas dos especialistas. As categorias que emergiram da análise qualitativa foram as seguintes: clareza das questões; estrutura do questionário; conteúdo do questionário; e preenchimento do questionário. Os comentários, que são discutidos a seguir, estiveram mais relacionados a problemas e sugestões de melhorias. A Tabela 12 apresenta a quantidade de ocorrências em cada categoria.

Tabela 12. Categorias que emergiram da análise qualitativa com o MEDS na avaliação dos especialistas e quantidade de ocorrências

Nº	CATEGORIA	QUANTIDADE DE OCORRÊNCIAS
1	Clareza das questões	10
2	Estrutura do questionário	7
3	Conteúdo do questionário	6
4	Preenchimento do questionário	5
TOTAL		28

Com relação à clareza das questões, nove dos dez comentários criticaram a falta de clareza em alguns textos do instrumento. Um dos motivos para tal pode ter sido o fato de que, no desenvolvimento das primeiras versões, as instruções foram escritas de maneira sucinta,

com poucas palavras e frases únicas na maioria das questões. Com isso, objetivava-se que, ao preencher, o professor não tivesse que lidar com grande quantidade de textos e economizasse tempo. Porém, a falta de clareza apontada mostrou que a forma como se tentou atingir esses objetivos gerou problemas.

Comentários como *“quando se diz "Insira seu e-mail para que outros possam entrar em contato", isso significa que outras pessoas terão acesso aos dados do questionário? É necessário especificar melhor quem são esses "outros"”* e *“a seguinte pergunta não está clara: "Os alunos foram auxiliados durante a atividade no manuseio do equipamento." Qual equipamento? Trata-se do experimento que o aluno manipula remotamente ou do dispositivo que o aluno manipula localmente com suas próprias mãos?”* indicam que alterações foram sugeridas pelos próprios especialistas, são simples e contribuem para facilitar o preenchimento.

Com relação à estrutura, o instrumento foi considerado desorganizado em algumas partes e extenso. A desorganização, na maioria dos comentários, esteve relacionada ao tipo das questões, e não aos tópicos pensados para criar um roteiro lógico que facilitasse o preenchimento. Comentários como *“questões de diferentes tipos misturadas, gerando um pouco de confusão em quem vai preencher. Algumas possuem um texto de explicação, e outras, não, faltando padronização”* e *“sugiro que organize as questões na segunda parte, onde estão para serem respondidas em escala likert, em texto e selecionando. Pode agrupar pelo menos as que estão em escala”* refletem claramente a desorganização nesse sentido.

O aumento significativo do número de questões, de 18 para 31, reforça os comentários sobre o tamanho do instrumento, ainda sobre a estrutura. Esse aumento abrangeu, principalmente, as descobertas na RSL. A avaliação dos especialistas, nesse ponto, foi fundamental para identificar informações menos relevantes e ajustar a quantidade de questões na próxima versão. Nesse sentido, os especialistas sugeriram alterações como *“talvez tentar encontrar uma forma de sintetizar os itens do questionário, focando nas informações mais importantes a serem coletadas”*.

O conteúdo foi elogiado em cinco dos seis comentários, destacando a identificação de informações relevantes sobre o uso de LVs. Esse dado sugere indícios da utilidade da RSL no processo de melhoria do instrumento e a utilidade das informações obtidas através do instrumento em refletir como ocorreu uma experiência de uso de um LV. Destacam-se os seguintes comentários com relação ao conteúdo: *“o instrumento identifica informações*

relevantes sobre o uso de laboratórios virtuais” e “o questionário consegue abordar pontos críticos do uso de laboratórios virtuais”.

Com relação ao preenchimento, quatro dos cinco comentários destacaram a dificuldade no preenchimento de algumas partes do instrumento. Desse modo, eles alertaram para a necessidade de orientação dos professores que irão realizar os registros, mesmo com a segunda versão contendo textos de ajuda para algumas questões. Sugestões de melhoria como *“os respondentes podem ser orientados a terem seus planos de ensino em mãos para facilitar o preenchimento do questionário”* contribuíram para alterações capazes de tornar o instrumento mais facilmente preenchido.

No geral, comentários como *“as questões deveriam capturar mais objetivamente a percepção do professor visando o reuso do laboratório virtual, por exemplo, “alunos foram auxiliados...” poderia ser substituído por “alunos necessitaram/solicitaram auxílio...”* e *“as perguntas poderiam ser reorganizadas para exibir as em escala Likert em um só bloco”* reforçaram a necessidade de reformulação da escrita dos textos e rearranjo das questões.

Ao todo, os especialistas realizaram 14 sugestões de melhorias no instrumento, descritas detalhadamente nas seções seguintes. Com as considerações realizadas, o instrumento foi reformulado para a terceira versão, descrita a seguir.

3.4. Terceira versão

A partir da avaliação dos especialistas, o instrumento foi reformulado para a terceira versão. Essa versão contém 29 questões, duas a menos que a anterior, e dois novos tópicos, descritos a seguir, na Seção 3.4.1. As questões e tópicos da terceira versão do instrumento podem ser vistos na Tabela 13. A tabela não traz os textos de ajuda de cada questão, mas eles podem ser encontrados no relatório técnico no Apêndice A – Relatório Técnico RT-GSI-2018-0004 ou no próprio instrumento, disponível como formulário do Google em <https://goo.gl/Uo8vzB>.

Tabela 13. Terceira versão do instrumento para registro de experiência docente no uso de laboratório virtual

Nº	TÓPICO	TIPO	QUESTÃO
1	Contato	Aberta	Nome
2		Aberta	E-mail
3	Contexto	Aberta	Laboratório virtual
4		Aberta	Disponível em
5		Múltipla Escolha	Área (<i>lista com todas as áreas do conhecimento do CNPq</i>)
6		Aberta	Curso
7		Aberta	Disciplina
8		Seleção	Nível (<i>fundamental/médio/técnico/superior/pós-graduação/outro</i>)
9		Aberta	Quantidade de alunos
10		Aberta	Carga-horária da disciplina
11		Aberta	Carga-horária da prática com o laboratório virtual
12	Metodologia	Aberta	Como você utilizou o laboratório virtual em sua disciplina?
13	Suporte	Likert	Antes da atividade, os alunos foram instruídos sobre como utilizar o laboratório virtual.
14		Likert	Antes da atividade, os alunos tiveram aula sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual.
15		Likert	Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio na utilização do laboratório virtual.
16		Likert	Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio no(s) conceito(s) que estava(m) sendo desenvolvido(s).
17	Usabilidade	Likert	Percebi problemas e/ou dificuldades no uso do laboratório virtual por parte dos alunos.
18	Motivação	Likert	Percebi os alunos motivados a realizarem a atividade no laboratório virtual.
19	Simulação	Likert	O laboratório virtual imita o experimento simulado exatamente como acontece em um laboratório real, em relação aos materiais, métodos e resultados.
20		Likert	A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real.
21		Likert	O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente.
22	Acesso	Seleção	O laboratório virtual foi utilizado em qual(is) dispositivo(s)? (<i>computador/smartphone/tablet/outro</i>)
23		Aberta	Qual a justificativa para ter usado esse(s) dispositivo(s)?
24		Múltipla Escolha	Os alunos tiveram acesso individual ao laboratório virtual? (<i>sim/não/parcialmente</i>)
25		Aberta	Qual a justificativa para essa forma de acesso?
26	Desempenho	Aberta	Como você considera o aproveitamento dos alunos com o laboratório virtual?
27		Aberta	Quais os pontos positivos percebidos durante a atividade?
28	Geral	Aberta	Quais os pontos negativos percebidos durante a atividade?
29		Aberta	Descreva as observações adicionais.

3.4.1. Alterações

As alterações da segunda para a terceira versão do instrumento consistem na reorganização, inserção, exclusão e modificação de questões, e foram realizadas a partir de uma análise criteriosa das melhorias sugeridas pelos especialistas. A Figura 10 apresenta um resumo das alterações.

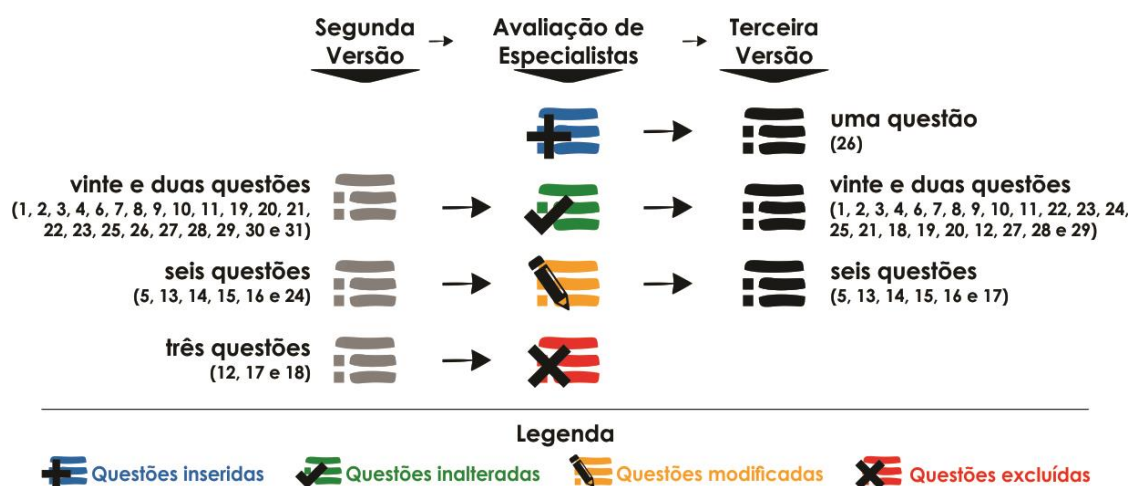


Figura 10. Alterações da segunda para a terceira versão do instrumento

Todas as alterações foram baseadas nas sugestões de melhoria realizadas pelos especialistas e em reuniões com o orientador. Houve uma inserção e três exclusões, o que reduziu o número de questões de 31 para 29 na terceira versão. Seis foram modificadas, tendo sido alterado, na maioria dos casos, o texto da questão. Na Tabela 14 são listadas as melhorias sugeridas pelos especialistas, que implicaram na inserção da questão 26 da terceira versão, exclusão das questões 12, 17 e 18 da segunda versão e modificação das questões 5, 13, 14, 15, 16 e 24 da segunda versão.

Vinte e duas questões mantiveram-se inalteradas. Dois novos tópicos foram adicionados: contato, que anteriormente fazia parte do contexto, com informações para que outros professores interessados em um registro disponibilizado possam contatar quem o fez; e desempenho, criado a partir da inserção da questão 26 na terceira versão, recomendada por especialista. Outras alterações realizadas a partir da avaliação dos especialistas foram:

- Modificação do texto introdutório do instrumento, convidando o respondente a participar da pesquisa, ao invés de ordená-lo, definindo conceitualmente o que são os LVs e sugerindo a utilização do Plano de Ensino do curso ou disciplina para auxiliar no preenchimento;
- Inserção e modificação dos textos de ajuda das questões, inserindo-os em todas e tornando-os mais claros e convidativos através da substituição de afirmações por perguntas;
- Reorganização das questões, agrupando questões do mesmo tipo e tópico, melhorando o roteiro lógico para o preenchimento.

Tabela 14. Melhorias sugeridas pelos especialistas e alterações realizadas nas questões da segunda para a terceira versão do instrumento

SUGESTÕES DE MELHORIAS	ALTERAÇÃO	IMPLICAÇÃO (RESULTADO)
Para avaliação do laboratório virtual como um recurso bom para o ensino, seria interessante capturar impressões sobre o aproveitamento dos alunos. Esse indicativo pode ajudar outros a selecionarem um laboratório virtual para usar.	Inserção	Uma questão bastante similar havia sido retirada na segunda versão. A sugestão foi acatada por entender a relevância da informação para auxiliar na seleção de LVs, gerando a inserção da questão 26 da terceira versão do instrumento ("Como você considera o aproveitamento dos alunos com o laboratório virtual?").
A questão sobre o momento de uso do laboratório virtual está dentro da metodologia, que é abordada em outra questão. Sugiro retirar a primeira e colocar um texto de ajuda que explique que o momento em que o laboratório foi utilizado na disciplina deve ser descrito na questão sobre a metodologia.	Exclusão	A questão sobre o momento de uso do LV realmente diz respeito à metodologia e foi considerado que estava inserida no tópico errado (cenário) na segunda versão. Como as duas questões referentes à metodologia eram abertas, a que aborda o momento de uso (12 da segunda versão) foi excluída como questão e inserida no texto de ajuda da que aborda como o professor utilizou o LV (12 da terceira versão).
A seguinte pergunta não está clara: "Os alunos foram auxiliados durante a atividade no manuseio do equipamento." Qual equipamento? Trata-se do experimento que o aluno manipula remotamente ou do dispositivo que o aluno manipula localmente com suas próprias mãos?	Exclusão	A questão dizia respeito ao dispositivo tecnológico utilizado para acessar o LV (17 da segunda versão). Após análise da sugestão, a questão foi excluída, pois já está sendo abordado no instrumento o tipo de auxílio relevante para o contexto do registro de experiência de uso do LV. Ainda, esse auxílio poderia ser fornecido por outros alunos, sem que o professor tomasse conhecimento, impossibilitando o registro correto na perspectiva apenas do professor. Além disso, com o perfil atual dos estudantes, usuários de tecnologias digitais cada vez mais cedo, o potencial da questão em influenciar na seleção de um LV se torna irrelevante.
A questão "Os alunos foram auxiliados durante a atividade no manuseio do equipamento." não é muito relevante para o contexto.	Exclusão	
"O laboratório virtual possui manual fácil de ser utilizado" poderia ser substituído simplesmente por "Os alunos necessitaram auxílio na utilização".	Exclusão	As questões da terceira versão que abordam a necessidade de ajuda solicitada pelos alunos já contemplam o mesmo que essa, sobre o manual (18 da segunda versão). Além disso, pode ocorrer de o aluno utilizar o manual e o professor não ficar sabendo, ficando sua perspectiva desqualificada para fornecer essa informação.
Sintetizar os itens do questionário, focando nas informações mais importantes a serem coletadas, para diminuir o número de questões.	Exclusão	A quantidade de questões diminuiu de 31 para 29. Foram excluídas as questões 12, 17 e 18 da segunda versão .
Várias perguntas ficariam mais claras se fossem expressas da seguinte forma: "Durante a atividade, os alunos foram auxiliados" + "<restante>". Colocando "durante a atividade" no começo da frase, fica mais claro o que foi "auxiliado".	Modificação	As questões 13, 14, 15 e 16 da segunda versão foram alteradas nesse sentido. Foi considerado que a nova escrita realmente facilita o entendimento das questões.
As questões deveriam capturar mais objetivamente a percepção do professor visando o reuso do laboratório virtual. Por exemplo, "alunos foram auxiliados..." poderia ser substituído por "alunos necessitaram/solicitaram auxílio...".	Modificação	As questões 15 e 16 da segunda versão foram alteradas nesse sentido. Foi considerado que a nova escrita realmente trata de forma mais clara a necessidade dos alunos em ser auxiliados na atividade, o que é uma informação importante para ajudar na seleção de LVs.
Reunião com orientador – alterar tipo da questão "Área" de aberta para fechada (múltipla escolha).	Modificação	A questão 5 da segunda versão passou de aberta para fechada, de múltipla escolha, com uma lista das áreas do conhecimento do CNPq como opções de resposta. O objetivo foi facilitar o preenchimento e padronizar as respostas possíveis.
Reunião com orientador – alterar texto da questão sobre problemas ou dificuldades no uso, que é a única que começa com uma negativa ("Não percebi...") em uma questão em escala Likert.	Modificação	A questão 24 da segunda versão foi alterada retirando-se a palavra "não", por entender que dificultava o entendimento.

Após a conclusão da terceira versão do instrumento, foi desenvolvida a ferramenta denominada VLEx, que fornece suporte para a seleção de LVs e é apresentada no capítulo seguinte.

3.5. Conclusões

Neste capítulo, foi apresentado o instrumento desenvolvido para registrar experiências de uso de LVs, que é o elemento central desta dissertação e a base para a infraestrutura tecnológica desenvolvida para alcance dos objetivos da pesquisa. Ele foi criado a partir de buscas iniciais e passou por duas validações, na primeira versão com um estudo piloto e na segunda versão com a avaliação de especialistas, sendo melhorado a partir delas e dos resultados de uma RSL. A terceira versão do instrumento consiste em um questionário disponibilizado como formulário do Google contendo 29 questões sobre dez tópicos considerados importantes para a obtenção de uma visão ampla da utilização de um LV com uma turma: contato, contexto, metodologia, suporte, usabilidade, motivação, simulação, acesso, desempenho e geral.

O estudo piloto possibilitou verificar que o questionário era uma tecnologia viável para registrar informações sobre uma experiência de uso de um LV, indicou que os LVs motivam os alunos nas atividades e gerou um *feedback* sobre o instrumento com relação ao preenchimento. A RSL permitiu ter uma visão geral sobre como as experiências de uso dos LVs estão sendo registradas, encontrado características das tecnologias para registro que foram trazidas para o instrumento e ajudaram a melhorá-lo. A avaliação dos especialistas contribuiu para torna-lo mais claro e fácil de ser preenchido, além de ter apontado para informações pouco relevantes e novas questões com características importantes de se registrar para auxiliar professores na seleção de LVs através delas.

O instrumento desenvolvido torna-se relevante e se difere dos mecanismos existentes para registrar experiências de uso de LVs por não ter sido pensado voltado a apenas um software, abordar os vários níveis de ensino e áreas, sendo abrangente nesses aspectos, e ter sido refinado a partir de opiniões dos professores e dos resultados de uma RSL, além de estar disponível e ter sido organizado por tópicos que agrupam questões relacionadas. A partir do instrumento, uma ferramenta que organiza as informações dos registros e facilita o acesso ao instrumento foi desenvolvida e é apresentada no Capítulo 4.

4. Ferramenta VLEx

Este capítulo apresenta a ferramenta desenvolvida para organizar o acesso às informações dos registros de experiências de uso de laboratórios virtuais e ao instrumento para registro. São apresentadas as interfaces e a avaliação da aceitação da ferramenta por professores, baseada no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, do inglês Technology Acceptance Model) de Davis[1989].

4.1. Introdução

A partir do desenvolvimento do instrumento para registro de experiência docente no uso de laboratório virtual, houve a necessidade de disponibilizar as informações dos registros, consideradas como fundamentais para o suporte à seleção de laboratórios virtuais. As informações poderiam ser disponibilizadas diretamente na planilha que o formulário do Google (terceira versão do instrumento) alimenta, porém, nesse caso, o acesso e a análise dos dados ficariam prejudicados. A formatação da planilha não facilita a visualização e exige conhecimento das suas funcionalidades para busca de um registro específico ou acesso a todos os registros de um LV, por exemplo. Além disso, para obter acesso o usuário teria que entrar em contato diretamente com o pesquisador.

Visando permitir uma melhor interação com as informações dos registros para explorar o potencial dessas informações no auxílio a professores na escolha de LVs, foi desenvolvida a ferramenta VLEx. A VLEx organiza os dados e o acesso ao instrumento através de uma página *web*, facilitando a visualização e registro da experiência de uso. A ferramenta está disponível em <http://www.mvpstudio.com.br/mestrado/> e permite ao usuário acessar a terceira versão do instrumento para registrar uma experiência no uso de um LV, visualizar LVs que contém registros realizados, obter uma visão geral de um LV através dos registros realizados nele e visualizar todas as informações de um registro específico.

Para verificar sua aceitação como ferramenta de suporte à seleção de LVs, quinze professores responderam a um questionário baseado no TAM, modelo de aceitação de tecnologia proposto por Davis [1989]. O questionário abordou a utilidade, a facilidade de uso e a intenção de uso da ferramenta. Os resultados foram analisados quantitativamente nas questões fechadas e qualitativamente nas abertas, e dizem respeito principalmente à VLEx, como ferramenta de suporte à seleção de LVs.

Neste capítulo, é descrito o funcionamento da ferramenta e a avaliação da sua aceitação. O restante do capítulo está organizado da seguinte maneira: na Seção 4.2, é apresentada a ferramenta, com a exibição das telas e descrição do funcionamento; na Seção 4.3, a análise dos resultados da avaliação da aceitação da VLEx é descrita; finalmente, a Seção 4.4 traz as conclusões deste capítulo sobre a ferramenta que organiza o acesso ao instrumento e às informações dos registros.

4.2. Funcionamento

A VLEx inclui o instrumento na terceira versão e se conecta à planilha alimentada por ele através da API do formulário do Google, exibindo as informações das experiências de uso agrupadas por LV e individualmente. Pelo fato de o instrumento ter sido disponibilizado como formulário do Google, não seria possível a visualização das informações de um registro de forma organizada usando apenas a tecnologia do Google. As informações seriam exibidas em uma planilha sem formatação, o que prejudicaria a análise e o potencial das informações para auxiliar na seleção. A Figura 11 mostra a página inicial da VLEx.

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

[Página Inicial](#) [Contato](#)

A VLEx é uma ferramenta web que trata de experiências de professores na utilização de laboratórios virtuais (softwares educativos que simulam atividades que ocorrem em laboratórios reais).

Caso seja professor e tenha utilizado um laboratório virtual com sua turma, você pode registrar essa experiência clicando em "Acesse o instrumento para registrar uma experiência".

Para visualizar as experiências de uso já registradas, utilize o mecanismo de busca ou a tabela abaixo.

Pesquise laboratórios virtuais com experiências registradas:

Ver	Laboratório Virtual	Área	Registros
	Uma Questão de Gravidade	Física	1
	Cisco IT Essentials Virtual Desktop	Ciência da Computação	2
	Crocodile Chemistry	Química	2
	ChemVLab	Química	1
	SimulIDE	Ciência da Computação	3
	Intel Simulador de Defeitos	Ciência da Computação	2
	Cisco Packet Tracer	Ciência da Computação	1

Acesse o instrumento para registrar uma experiência

Desenvolvido por Victor Vieira como um dos resultados de uma pesquisa de mestrado em 2018
Grupo de Sistemas Inteligentes - GSI
Instituto de Computação - IComp
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Figura 11. Página inicial da VLEx

A página inicial concentra informações sobre toda a infraestrutura tecnológica criada, com uma descrição geral da ferramenta, definição conceitual dos LVs, convite para registrar e visualizar experiências de uso, *link* para o instrumento na terceira versão, um campo de busca e a relação dos LVs que possuem experiências de uso registradas. Os LVs são apresentados ordenados a partir do que possui o registro mais recente. Ou seja, na Figura 11, as últimas

experiências registradas ocorreram, respectivamente, nos LVs *Uma Questão de Gravidade*, *Cisco IT Essentials Virtual Desktop* e *Crocodile Chemistry*.

Ao acessar o instrumento através do *link* na página inicial, o usuário tem acesso ao formulário do Google dentro da VLEx. Para isso, utilizou-se o *frame* gerado pelo próprio formulário para embutir o instrumento na página. Dessa forma, o usuário realiza o registro sem precisar sair da ferramenta, podendo visualizar facilmente o registro que realizou logo após tê-lo feito. A Figura 12 mostra o formulário do Google em uma das páginas da VLEx.

The image shows a web browser window displaying a registration form. The browser's address bar shows 'VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais'. The page has a green header with the title and navigation links 'Página Inicial' and 'Contato'. The main content area has a white background with a green geometric pattern at the top. The form title is 'Registro de Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual'. Below the title, there is a paragraph of introductory text, followed by two paragraphs explaining the purpose and content of the questionnaire. At the bottom of the form, there is a 'PRÓXIMA' button, a progress indicator showing 'Página 1 de 5', and a footer with the text: 'Desenvolvido por Victor Vieira como um dos resultados de uma pesquisa de mestrado em 2018. Grupo de Sistemas Inteligentes - GSI. Instituto de Computação - IComp. Universidade Federal do Amazonas - UFAM'.

Figura 12. Terceira versão do instrumento embutida na VLEx

Ao acessar um LV utilizando o mecanismo de busca ou a tabela na parte inferior da página inicial, o usuário visualiza todos os registros realizados nele. Nessa página, os registros também são ordenados a partir do mais recente. Algumas informações de questões fechadas e em escala Likert, escolhidas por se acreditar que são mais relevantes para a seleção de LVs, são exibidas em média e porcentagem (gráfico). A Figura 13 mostra um trecho da página de detalhes sobre um LV. Com essa interface, espera-se que os usuários tenham uma visão geral sobre alguns dos aspectos relevantes do uso na perspectiva das várias experiências registradas.

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

[Página Inicial](#) [Contato](#)

Você acessou o laboratório virtual **SimulIDE**. Existe(m) **3** experiência(s) de uso registrada(s).

Ver	Realizado em	Curso	Quantidade de alunos
	13/07/2018	Arduino	31
	03/07/2018	Robótica	14
	28/06/2018	Técnico Integrado em Informática	22

Informações gerais

Disponível em

<https://onedrive.live.com/?id=54351A4E436D7F2D%21162&cid=54351A4E436D7F2D>

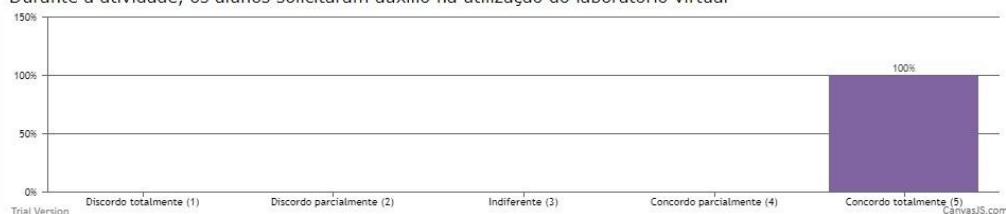
Quantidade média de alunos

22,3 aluno(s)

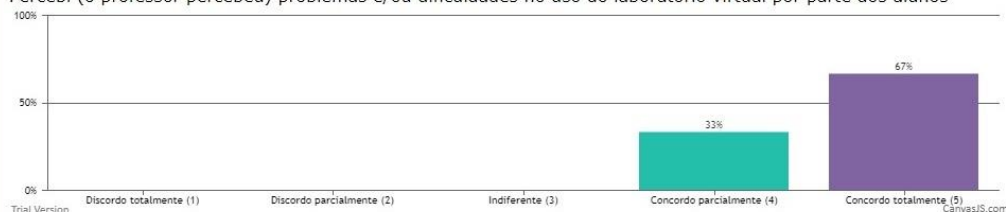
Carga horária média de uso do laboratório virtual

3,7 hora(s)

Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio na utilização do laboratório virtual



Percebi (o professor percebeu) problemas e/ou dificuldades no uso do laboratório virtual por parte dos alunos



Percebi (o professor percebeu) os alunos motivados a realizarem a atividade no laboratório virtual

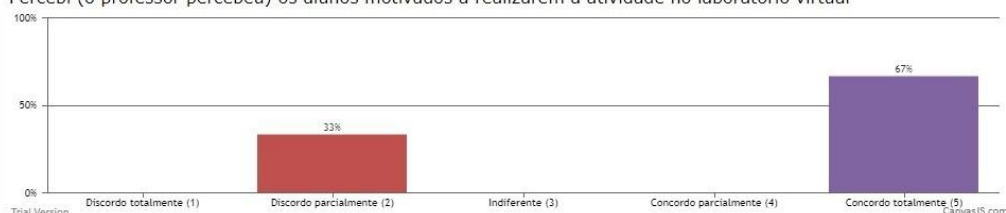


Figura 13. Detalhes dos registros de experiência de uso realizados em um laboratório virtual

Uma visão completa de uma experiência usando um LV pode ser obtida ao acessar um dos registros exibidos na página de detalhes de um LV. Todas as respostas às 29 questões da terceira versão do instrumento são exibidas de maneira organizada, facilitando a visualização e possibilitando uma análise detalhada do uso. A Figura 14 mostra um trecho da página de informações de uma experiência de uso.

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

[Página Inicial](#) [Contato](#)

[< - Voltar]

Você acessou o registro de experiência de uso do laboratório virtual **SimulIDE** realizado em **03/07/2018**.

Nome do professor
Não informado

E-mail do professor
Não informado

Laboratório virtual disponível em
<https://sourceforge.net/projects/simulide/>

Área do laboratório virtual
Ciência da Computação

Curso em que foi utilizado
Robótica

Disciplina em que foi utilizado
Não informado

Nível da turma
Médio, Técnico

Quantidade de alunos
14 aluno(s)

Carga horária da disciplina
8 hora(s)

Carga horária da prática com o laboratório virtual
6 hora(s)

Figura 14. Informações de uma experiência de uso de um laboratório virtual

Ainda foi inserida uma página de contato, que exhibe informações sobre os pesquisadores. Com isso, objetivou-se permitir que os usuários encaminhem dúvidas sobre qualquer dos procedimentos que podem ser realizados na VLEx. Porém, contatos relacionados a novas possibilidades de pesquisa também são esperados. A Figura 15 mostra a página de contato da ferramenta.

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

[Página Inicial](#) [Contato](#)

*Esp. Victor Antunes Vieira
victor.vieira@ifac.edu.br
+(55)(68) 2106-5900
Departamento de Informática - Instituto Federal do Acre (IFAC)
Av. Brasil, nº 920, Xavier Maia - CEP 69.903-068
Rio Branco/AC - Brasil*

*D.Sc. Bruno Freitas Gadelha
bruno@icomp.ufam.edu.br
Instituto de Computação (IComp) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Av. Rodrigo Otávio, nº 6.200, Setor Norte do Campus Universitário - CEP 69.080-900
Manaus/AM - Brasil*

Desenvolvido por Victor Vieira como um dos resultados de uma pesquisa de mestrado em 2018
Grupo de Sistemas Inteligentes - GSI
Instituto de Computação - IComp
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Figura 15. Página de contato da VLEx

Todas as páginas da VLEx podem ser acessadas em diversos dispositivos tecnológicos (computadores, *notebooks*, *smartphones*, *tablets* e outros). Para o desenvolvimento, utilizou-

se o conceito de *Mobile First*, que implica na criação do estilo das páginas em CSS primeiramente para dispositivos móveis e, em seguida, a adaptação para resoluções maiores [Venkatesh e Sridhar, 2014]. A Figura 16 apresenta algumas interfaces da VLEx visualizadas em dispositivos móveis.

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

Página Inicial

Contato

A VLEx é uma ferramenta web que trata de experiências de professores na utilização de laboratórios virtuais (softwares educativos que simulam atividades que ocorrem em laboratórios reais).

Caso seja professor e tenha utilizado um laboratório virtual com sua turma, você pode registrar essa experiência clicando em "Acesse o instrumento para registrar uma experiência".

Para visualizar as experiências de uso já registradas, utilize o mecanismo de busca ou a tabela abaixo.

Acesse o instrumento para registrar uma experiência

Pesquise laboratórios virtuais com experiências registradas:

Ver	Laboratório Virtual	Área	Registros
	Uma Questão de Gravidade	Física	1
	Cisco IT Essentials Virtual Desktop	Ciência da Computação	2
	Crocodile Chemistry	Química	2
	ChemVLab	Química	1
	SimulIDE	Ciência da Computação	3
	Intel Simulador de Defeitos	Ciência da Computação	2

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

Página Inicial

Contato

Você acessou o laboratório virtual **SimulIDE**. Existe(m) **3** experiência(s) de uso registrada(s).

Ver	Realizado em	Curso	Quantidade de alunos
	13/07/2018	Arduíno	31
	03/07/2018	Robótica	14
	28/06/2018	Técnico Integrado em Informática	22

Informações gerais

Disponível em <https://onedrive.live.com/?id=54351A4E436D7F2D%21162&cid=54351A4E436D7F2D%21162&cid=54351A4E436D7F2D%21162>

Quantidade média de alunos: 22,3 aluno(s)

Carga horária média de uso do laboratório virtual: 3,7 hora(s)

Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio na utilização do laboratório virtual

Resposta	Porcentagem
Discordo totalmente	0%
Discordo parcialmente	0%
Indiferente (3)	0%
Concordo parcialmente	0%
Concordo totalmente	100%

VLEx - Experiências de Uso de Laboratórios Virtuais

Página Inicial

Contato

[<- Voltar]

Você acessou o registro de experiência de uso do laboratório virtual **SimulIDE** realizado em **03/07/2018**.

Nome do professor: Não informado

E-mail do professor: Não informado

Laboratório virtual disponível em: <https://sourceforge.net/projects/sir>

Área do laboratório virtual: **Ciência da Computação**

Curso em que foi utilizado: **Robótica**

Disciplina em que foi utilizado: Não informado

Nível da turma: **Médio, Técnico**

Quantidade de alunos: **14 aluno(s)**

Carga horária da disciplina: **8 hora(s)**

Carga horária da prática com o laboratório virtual: **6 hora(s)**

Como você utilizou o laboratório virtual em

Figura 16. Página inicial (à esquerda), detalhes de um LV (no centro) e detalhes de um registro de experiência de uso de um LV (à direita) em dispositivos móveis

Após o desenvolvimento da ferramenta, foi realizada uma avaliação da aceitação da mesma com professores. Essa avaliação é descrita a seguir.

4.3. Avaliação da Aceitação

Para avaliar a VLEx como ferramenta de suporte à seleção de LVs, foi construído um questionário baseado no TAM, modelo de aceitação de tecnologia, proposto por Davis [1989]. O TAM é especificamente aplicado para os usuários de um sistema e seu objetivo é explicar as causas da aceitação do sistema e o comportamento dos usuários. Segundo o modelo, a utilidade e a facilidade de uso percebida pelo usuário são dois fatores que determinam a intenção de uso [Davis, 1989]. Davis [1989] define a utilidade percebida como grau em que uma pessoa acredita que a utilização de um sistema aumentaria o desempenho no trabalho e define a facilidade de uso percebida como grau em que uma pessoa acredita que a utilização de um sistema está livre de esforço. No modelo, utilidade percebida, facilidade de uso

percebida e intenção de uso são denominados construtos e costumam ser avaliados através de questionário.

O questionário desenvolvido para avaliar a aceitação da VLEx foi disponibilizado como formulário do Google e abordou os três construtos, contendo sete questões sobre utilidade percebida, oito questões sobre facilidade de uso percebida e quatro questões sobre intenção de uso, totalizando dezenove questões. As questões foram desenvolvidas em escala Likert de cinco pontos (de 1 a 5, com 1 equivalendo a discordo totalmente, 2 a discordo parcialmente, 3 a indiferente, 4 a concordo parcialmente e 5 a concordo totalmente), para facilitar o preenchimento e a análise, mas cada construto contou, ainda, com um campo aberto de preenchimento não obrigatório para observações adicionais. A Tabela 15 apresenta as questões para a avaliação da aceitação da VLEx em cada construto.

Tabela 15. Questionário para avaliação da aceitação da VLEx

	ID	TIPO	QUESTÃO
Utilidade Percebida	UP1	Likert	Usar a VLEx me permite registrar completamente uma experiência de uso com um laboratório virtual.
	UP2	Likert	Usar a VLEx me permite visualizar todas as informações relevantes sobre uma experiência de uso com um laboratório virtual.
	UP3	Likert	Eu acho a VLEx útil para registrar experiências de uso de laboratórios virtuais.
	UP4	Likert	Eu acho a VLEx útil para verificar como outros professores utilizaram laboratórios virtuais com suas turmas.
	UP5	Likert	Utilizando a VLEx eu consigo selecionar um laboratório virtual para utilizar com minha turma mais facilmente.
	UP6	Likert	No geral, acho a VLEx útil para me ajudar a escolher um laboratório virtual para utilizar com minha turma.
	UP7	Aberta	Descreva as observações adicionais (comentários) sobre a utilidade percebida na VLEx.
Facilidade de Uso Percebida	FUP1	Likert	A VLEx foi clara e fácil de entender.
	FUP2	Likert	Aprender a usar a VLEx foi fácil para mim.
	FUP3	Likert	Usar a VLEx não demandou muito esforço mental.
	FUP4	Likert	Eu acho fácil registrar uma experiência de uso de um laboratório virtual com a VLEx.
	FUP5	Likert	Eu acho fácil visualizar as informações de laboratórios virtuais com a VLEx.
	FUP6	Likert	Eu acho fácil acessar informações sobre experiências de outros professores no uso de um laboratório virtual com a VLEx.
	FUP7	Likert	Eu acho a VLEx fácil de usar.
	FUP8	Aberta	Descreva as observações adicionais (comentários) sobre a facilidade de uso percebida na VLEx.
Intenção de Uso	IU1	Likert	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para registrar uma experiência de uso de um laboratório virtual com minha turma.
	IU2	Likert	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para descobrir laboratórios virtuais que estão sendo utilizados.
	IU3	Likert	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para me ajudar na seleção de um laboratório virtual para usar com minha turma.
	IU4	Aberta	Descreva as observações adicionais (comentários) sobre a intenção de uso da VLEx.

No formulário do Google, o questionário contou com uma introdução e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação da pesquisa. Para a introdução, que explicou aos participantes como deveriam proceder na avaliação, utilizou-se uma descrição baseada em um cenário com persona [Barbosa e Silva, 2010]. Essa abordagem permitiu descrever o perfil dos potenciais usuários da ferramenta, solicitando que os respondentes considerassem esse perfil. No TCLE, foram descritas informações sobre a pesquisa para esclarecimento e consentimento da participação. A Figura 17 apresenta a introdução do questionário como formulário do Google.



Avaliação da Aceitação da VLEx

Há um tempo o professor Tadeu descobriu os Laboratórios Virtuais (LVs): softwares educativos que simulam atividades que ocorrem nos laboratórios reais. Desde então, ele costuma utilizar LVs com suas turmas, seja para substituir a indisponibilidade do laboratório real ou preparar seus alunos antes de usá-lo. Uma das tarefas que Tadeu realiza antes de usar um laboratório virtual é selecioná-lo. "Já selecionei LVs de diversas maneiras diferentes, mas estou sempre buscando uma forma mais fácil de fazer isso", diz ele. Os LVs que o professor Tadeu acaba selecionando sempre aparecem na VLEx. A VLEx é uma ferramenta web que permite que professores registrem suas experiências de uso de laboratórios virtuais com suas turmas e acessem as informações de LVs e de registros realizados por outros.

Coloque-se no lugar do professor Tadeu e nos ajude com sua opinião sobre a VLEx respondendo ao questionário a seguir.

Antes de iniciar, acesse www.mvpstudio.com.br/mestrado e utilize a VLEx para:

- 1º) simular o registro de uma experiência de uso de um laboratório virtual;
- 2º) visualizar as informações sobre um laboratório virtual;
- e 3º) visualizar as informações sobre uma experiência de uso de um laboratório virtual.

PRÓXIMA

Figura 17. Introdução do questionário de avaliação da aceitação da VLEx

Quinze professores participaram desta etapa da pesquisa respondendo ao questionário, avaliando a aceitação da VLEx, e têm seu perfil descrito a seguir.

4.3.1. Perfil dos respondentes

Todos os participantes da avaliação da aceitação da VLEx foram professores selecionados aleatoriamente, tendo sido enviado o link do questionário para cerca de 40 professores de diferentes áreas do conhecimento e que atuam em diferentes níveis de ensino em diversas Instituições. Com isso, a intenção foi obter opiniões de professores que convivem com diferentes contextos. Dentre os 40, quinze professores responderam ao questionário.

Destaca-se que não participaram docentes que já haviam participado do estudo piloto ou da avaliação dos especialistas. Sendo assim, todas as etapas de avaliação descritas neste trabalho foram realizadas com docentes diferentes.

A maioria (46%) dos professores dessa etapa de avaliação possui experiência de mais de 10 anos em docência. A julgar pelo tempo de experiência como docente, isso indica que convivem no contexto de sala de aula há mais tempo, podendo mais facilmente já ter lidado com situações envolvendo a utilização de LVs. O gráfico da Figura 18 mostra o tempo de experiência como docente dos respondentes à avaliação.

Tempo de experiência como docente

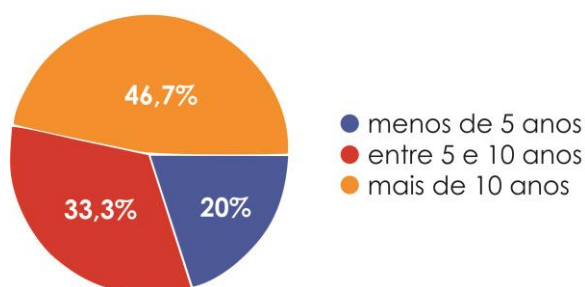


Figura 18. Tempo de experiência como docente dos professores da avaliação da aceitação da VLEx

Com relação à titulação, a maioria dos respondentes é especialista (40%) ou mestre (40%), havendo, ainda, doutores (13,3%) e um graduado (6,7%). Com relação ao nível de ensino em que atuam, houve mais professores atuando no ensino superior (60%), seguidos pelos que atuam no ensino médio (26,7%) e fundamental (13,3%). Os gráficos da Figura 19 mostram o perfil deles com relação à titulação e nível de ensino em que atuam.

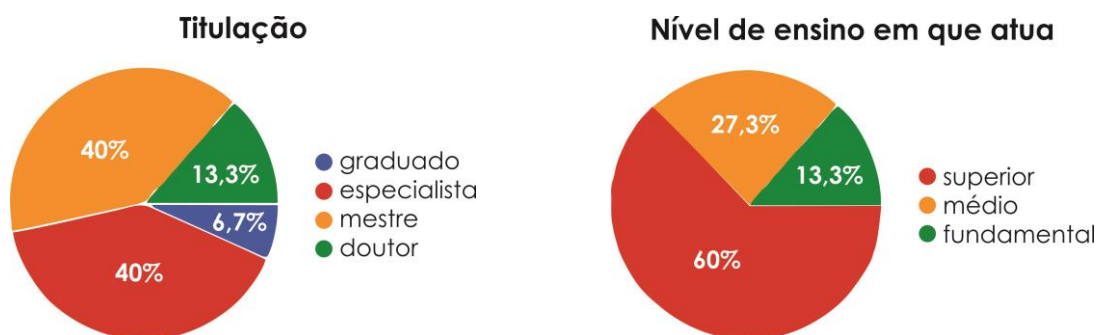


Figura 19. Titulação (à esquerda) e nível de ensino em que atuam (à direita) os professores da avaliação da aceitação da VLEx

Professores de quatro áreas participaram da pesquisa: computação (60%), física (6,7%), matemática (6,7%) e química (26,7%). Percebe-se que são áreas em que geralmente se usa com mais frequência softwares educativos, podendo ter sido essa a motivação para

terem participado. Os gráficos da Figura 20 mostram o perfil dos professores participantes com relação à titulação e área.

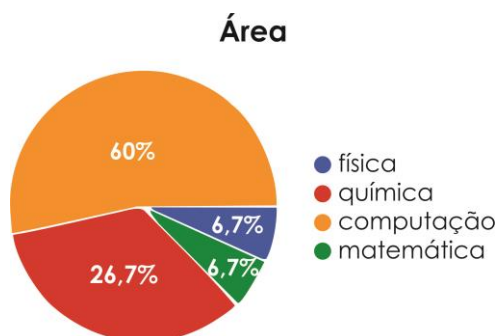


Figura 20. Área de atuação dos professores da avaliação da aceitação da VLEx

O perfil dos professores ainda foi mapeado com relação à utilização de algum LV com uma turma. A maioria afirmou já ter realizado alguma atividade com LV (53,3%). Isso mostra que passaram pela experiência de selecioná-lo, sendo importante a análise das respostas destes com relação à ferramenta como auxílio à seleção de LVs. O gráfico da Figura 21 mostra a o percentual de professores com relação à utilização de LVs.

Experiência na utilização de laboratórios virtuais

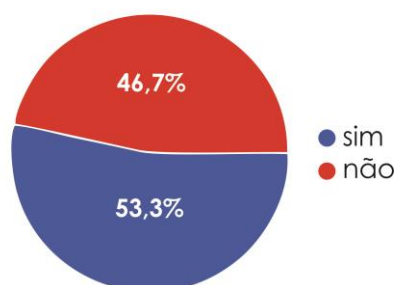


Figura 21. Experiência dos professores da avaliação da aceitação da VLEx com laboratórios virtuais

Os dados que descrevem os participantes foram importantes para a análise das respostas, implicando em conclusões relevantes sobre a aceitação da VLEx baseadas no perfil dos professores. As respostas às questões em cada construto são apresentadas e discutidas a seguir, iniciando com a utilidade percebida.

4.3.2. Utilidade Percebida

No construto utilidade percebida, sete questões abordaram a utilidade da ferramenta para as ações possíveis na mesma. O gráfico da Figura 22 apresenta os resultados das respostas às questões fechadas do construto. No gráfico, as opções “concordo totalmente” e “concordo parcialmente” foram agrupadas em “concordo”, bem como as opções “discordo

totalmente” e “discordo parcialmente” foram agrupadas em “discordo”, para facilitar a análise.

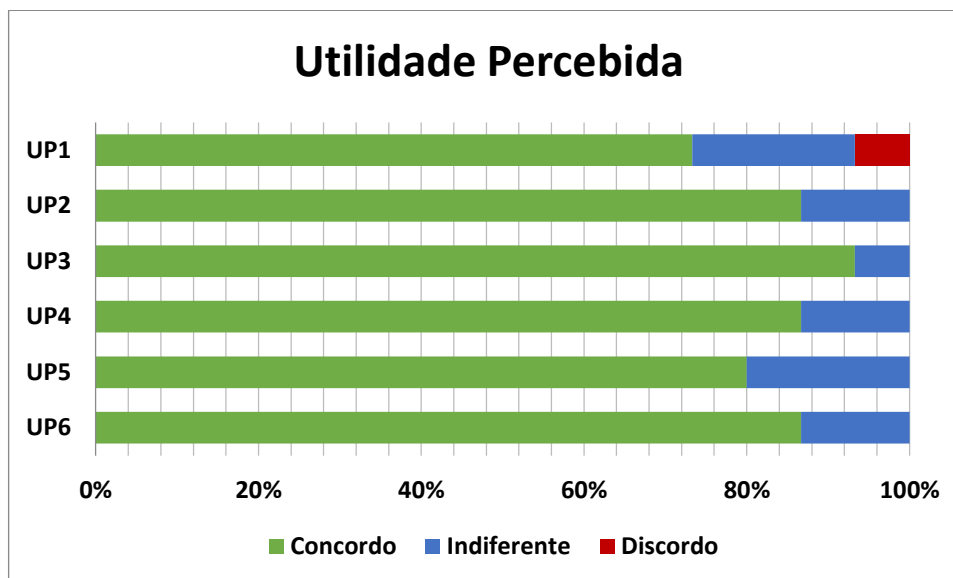


Figura 22. Respostas às questões fechadas do construto utilidade percebida

Na questão UP1, que verificava se usar a VLEx permitia registrar completamente uma experiência de uso com um LV, a maioria dos professores concordou (73,3%) com a afirmação. O fato de concordarem indica que o instrumento é eficaz para o que se propõe a fazer, porém, o fato de alguns terem concordado apenas parcialmente mostra que, para eles, existem informações que precisam ser inseridas para torná-lo completo no sentido do registro. Quatro professores concordaram totalmente com a afirmação, indicando que, para alguns, o registro é completo. Porém, numa análise com relação ao perfil, percebe-se que 75% desses nunca utilizaram LVs, o que pode ser um dos fatores para terem considerado que os dados solicitados durante o registro de experiência estão completos. Entre os que discordaram (6,7%) ou foram indiferentes (20%) à afirmação, 75% nunca utilizaram um LV, ou seja, também possuem menos experiência com esse tipo de atividade para opinar sobre o instrumento para registro na VLEx.

Na questão UP2, que abordava se usar a ferramenta permitia a visualização de todas as informações relevantes sobre uma experiência de uso de um LV, a maioria dos professores concordou (86,7%) e não houve quem discordasse da afirmação. Isso mostra que, apesar de haver respostas de indiferença (13,3%), as informações visualizadas na VLEx sobre uma experiência de uso de LV são relevantes. Acredita-se que os professores que julgaram haver informações relevantes não registradas pelo instrumento, na questão anterior, também julgaram, ao concordar parcialmente, que há informações relevantes que não são exibidas, por

não serem registradas. Nesse sentido, seria interessante obter quais informações consideram não estarem sendo registradas, para melhoria do instrumento. Entretanto, o objetivo dessa etapa da pesquisa não foi avaliar o instrumento para melhorias, mas a aceitação da ferramenta.

A questão UP3 verificou se os professores achavam a VLEx útil para registrar experiências de uso de LVs. A maioria das respostas foi de concordância (93,3%) com a afirmação. No geral, para os professores, apesar de haverem melhorias que podem ser feitas no instrumento, segundo o que indicaram as respostas à primeira e segunda questão, o instrumento na VLEx é útil para registrar uma experiência de uso de um LV. Apenas um professor respondeu com indiferença (6,7%) à afirmação, destacando-se ter sido um dos que nunca utilizou um LV, podendo ser essa a motivação para opinado nesse sentido – ou seja, como nunca utilizou um LV, pode ter se sentido incapaz de opinar sobre a utilidade da ferramenta nesse sentido. Não houve quem discordasse da afirmação nessa questão.

Na questão UP4, os participantes responderam se achavam a VLEx útil para verificar como outros professores utilizaram LVs com suas turmas. A maioria concordou (86,7%) com a afirmação, demonstrando o potencial da ferramenta em fornecer informações sobre as experiências de uso dos LVs e do instrumento no registro delas, já que as informações são obtidas através dele. Os que foram indiferentes (13,3%) podem ter considerado o fato apontado nas questões anteriores, de existirem informações relevantes que não estão sendo registradas. Também não houve quem discordasse da afirmação.

A questão UP5 abordou se os professores conseguiam selecionar um LV para utilizarem com suas turmas mais facilmente utilizando a VLEx. Essa questão foi classificada entre as mais importantes para justificar o alcance do objetivo da pesquisa. A maioria dos participantes concordou (80%) com a afirmação, não havendo quem discordasse. Esse dado mostra que a VLEx pode ser utilizada como uma ferramenta de suporte à seleção de LVs para facilitar esse processo. Destaca-se que, dentre os professores que já utilizaram LV em alguma situação, ou seja, que já tiveram que lidar com um dos problemas descritos na pesquisa, que é o da seleção do software antes do uso, 85,7% concordou que consegue selecionar um LV mais facilmente a partir da VLEx. Pode-se considerar que os outros meios de seleção de LVs tornam essa tarefa menos fácil do que pode ser, quando realizada na ferramenta. Nesse sentido, surgem novas possibilidades de pesquisa comparando a VLEx com repositórios de SEs que permitem a filtragem para acesso aos LVs, por exemplo. Três professores (20%) responderam com indiferença à afirmação. Com relação ao perfil destes, dois deles nunca

utilizaram LVs, mas a experiência em docência, titulação e área de atuação não permitem realizar conclusões, por serem informações bastante variadas.

Assim como na questão UP5, a questão UP6 abordou o problema da seleção de LVs, verificando se os professores consideravam a VLEx útil para ajudar na escolha de um LV. Com a maioria das respostas concordando (86,7%) com a afirmação, conclui-se sobre a ferramenta que ela é útil para auxiliar na seleção de LVs, sendo base para esse auxílio as informações obtidas através do instrumento para registro de experiências de uso desses softwares, apresentado no Capítulo 3. Dessa forma, esses dados validam a terceira versão do instrumento, utilizada na VLEx, para o que se propõe: registrar informações que sirvam para a tomada de decisão sobre a utilização de um LV a partir de experiências de uso. Essa questão é classificada junto à anterior entre as que reforçam o cumprimento do objetivo da pesquisa. Apesar de ambas abordarem a seleção de um LV a partir da VLEx, a anterior trata da facilidade em realizar a seleção através da ferramenta, enquanto nesta questão é abordada diretamente a utilidade da ferramenta para a seleção de um LV. Dois professores (13,3%) responderam com indiferença à afirmação. Assim como na questão anterior, o perfil destes não permite concluir as razões para não terem discordado nem concordado com a afirmação.

As respostas às questões fechadas sobre a utilidade percebida são apresentadas na Tabela 16, permitindo uma visão geral do construto através da média e desvio padrão.

Tabela 16. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto utilidade percebida

ID	QUESTÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
UP1	Usar a VLEx me permite registrar completamente uma experiência de uso com um laboratório virtual.	3,93	0,88
UP2	Usar a VLEx me permite visualizar todas as informações relevantes sobre uma experiência de uso com um laboratório virtual.	4,20	0,67
UP3	Eu acho a VLEx útil para registrar experiências de uso de laboratórios virtuais.	4,60	0,63
UP4	Eu acho a VLEx útil para verificar como outros professores utilizaram laboratórios virtuais com suas turmas.	4,53	0,74
UP5	Utilizando a VLEx eu consigo selecionar um laboratório virtual para utilizar com minha turma mais facilmente.	4,33	0,81
UP6	No geral, acho a VLEx útil para me ajudar a escolher um laboratório virtual para utilizar com minha turma.	4,40	0,73

Percebe-se que a utilidade da VLEx para o registro de experiências de uso de LVs obteve maior média (4,60) com relação às demais questões. Já o registro completo de uma experiência de uso com um LV a partir da VLEx obteve a menor média (3,93). Porém, em todas as questões do construto as médias apresentadas reforçam a utilidade da ferramenta, estando acima de 3,90, ou seja, tendendo para concordância com as afirmações das questões.

Com relação ao desvio padrão, nenhuma questão apresentou o maior que 0,88, considerado baixo. Isso mostra que os professores opinaram em consenso com relação ao construto utilidade percebida na VLEx. Destaca-se que o maior desvio padrão, na questão UP1, coincidiu com a menor média, e o menor desvio padrão, na questão UP3, com a maior média. Baseado nisso, pelo consenso de respostas próximas à media na questão UP3, pode-se afirmar que o registro de experiências de uso de LVs é o ponto forte da utilidade percebida pelos professores que responderam à avaliação da aceitação da VLEx.

Na questão UP7, que não aparece no gráfico da Figura 22 nem na Tabela 16 por ser aberta, os participantes puderam fazer comentários e observações sobre a utilidade percebida na VLEx. Houve apenas duas respostas, apesar de a avaliação ter sido realizada por quinze professores. Uma das hipóteses para a pequena quantidade de comentários é o fato de que o construto utilidade percebida pode ter sido considerado completo nas questões fechadas. Outra hipótese é a de que o fato de ser uma questão aberta e não obrigatória desmotivou os professores a respondê-la. Seria necessária uma investigação específica sobre isso para verificar a real motivação para o pequeno número de interações na questão. Os comentários foram no sentido de considerar a ferramenta útil ao que se propõe: *“A página é bastante útil para ver informações sobre quais laboratórios virtuais estão sendo usados e como.”* e *“Percebi utilidade na VLEx para registrar o uso de um laboratório virtual e ver como os outros estão fazendo.”*

No geral, a utilidade percebida pelos professores sobre a VLEx constatou que a ferramenta é útil para registrar experiências de uso de LVs, verificar como os professores estão utilizando esses softwares e selecioná-los a partir das experiências registradas. As respostas ao construto facilidade de uso percebida são apresentadas e discutidas a seguir.

4.3.3. Facilidade de Uso Percebida

No construto facilidade de uso percebida, oito questões abordaram quão fácil os professores consideraram usar a VLEx em diferentes aspectos. O gráfico da Figura 23 apresenta os resultados das respostas às questões fechadas do construto. Assim como na utilidade percebida, as opções “concordo totalmente” e “concordo parcialmente” foram agrupadas em “concordo” e as opções “discordo totalmente” e “discordo parcialmente” foram agrupadas em “discordo”.

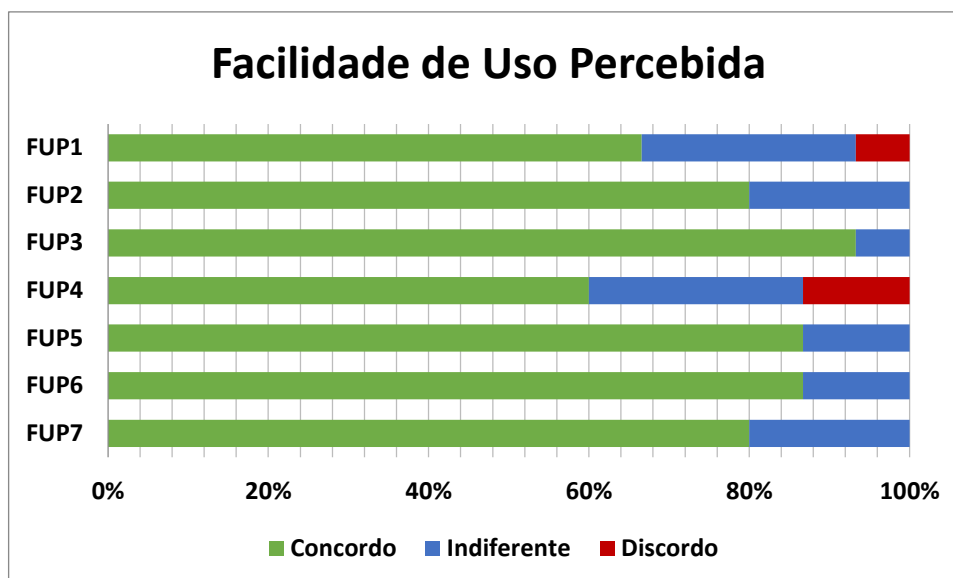


Figura 23. Respostas às questões fechadas do construto facilidade de uso percebida

A questão FUP1 abordou se a VLEx foi clara e fácil de entender. A maioria dos professores concordou (66,6%) com a afirmação. Porém, um professor discordou (6,7%) e quatro (26,7%) foram indiferentes, indicando que, para esses, a clareza e facilidade para entendimento da ferramenta poderiam ser melhoradas. Uma das melhorias que pode ser realizada é a alteração dos textos da página inicial, que fornecem informações de forma bastante sucinta sobre a ferramenta. Não houve um padrão que pudesse ser estabelecido com relação ao perfil dos professores nessa questão, para conclusões sobre a motivação das respostas.

Na questão FUP2, os professores opinaram sobre a facilidade para aprender a usar a VLEx. As respostas mostraram que a maioria dos professores concordou (80%) com a afirmação na questão. Destaca-se que não houve quem discordasse, julgando ter sido difícil aprender a usar a VLEx. Desse modo, conclui-se que os professores acharam fácil aprender a utilizar a ferramenta, tendo havido apenas três (20%) que responderam com indiferença. Dentre esses, com relação ao perfil, destaca-se o fato de que nenhum é da área da computação, o que pode ter sido uma das razões para terem encontrado menos facilidade em aprender a usar a ferramenta, por terem menos instrução ou contato com sistemas nas suas atividades diárias.

A questão FUP3 abordou o esforço mental demandado no uso da VLEx. Nessa questão, a maioria dos professores concordou (93,3%) com a afirmação. Esses dados indicam que o esforço mental exigido para a utilização da VLEx é mínimo, reforçando, juntamente com as respostas às duas questões anteriores, a facilidade em usar a ferramenta. Apenas um

professor respondeu com indiferença (6,7%), não sendo possível concluir a motivação a partir da análise do perfil.

A questão FUP4 verificou se os professores acharam fácil registrar uma experiência de uso de um LV na VLEx. Por abordar o registro, a questão trata do instrumento descrito no Capítulo 3, servindo para validá-lo, assim como as questões UP1 e UP3. A maioria dos professores concordou (60%) com a afirmação, seguida pelos que opinaram com indiferença (26,7%) e os que discordaram (13,3%). As respostas no sentido de considerar fácil o registro com o instrumento podem ter sido influenciadas pelos textos de ajuda, inseridos a partir das propostas de melhorias realizadas no estudo piloto e melhorados a partir da avaliação dos especialistas. Os professores que opinaram com indiferença ou discordaram da afirmação, considerando difícil o registro de uma experiência de uso de um LV na VLEx, podem ter levado em conta a quantidade de questões para registrar a experiência. A quantidade de questões também foi apontada na avaliação dos especialistas como um dos fatores que precisava ser melhorado. Apesar das alterações da segunda para a terceira versão do instrumento de registro terem reduzido o número de questões, os conteúdos abordados são relevantes e isso se comprova no que foi apresentado como resultados das respostas às questões UP1 e UP2 da avaliação da aceitação da VLEx, no construto utilidade percebida. Com relação aos perfis dos professores nessa questão sobre a facilidade do registro, não foi identificado nenhum padrão que possa gerar conclusões além das descritas.

Na questão FUP5, os professores responderam sobre a facilidade em visualizar as informações de LVs com a VLEx. A exibição das informações sobre um LV a partir das experiências de uso registradas é uma das funcionalidades da ferramenta. A grande maioria dos professores concordou (86,7%) com a afirmação. Com a visualização das informações sobre um LV sendo considerada fácil, acredita-se que existam maiores possibilidades de as mesmas informações servirem para auxiliar professores na seleção de LVs. Dois professores responderam com indiferença (13,3%) à afirmação. Apesar de não terem discordado, seria importante para a realização de melhorias na forma como os dados são exibidos na VLEx investigar o motivo por terem optado pela opção “indiferente”. A partir dos perfis dos professores, não há relação que permita realizar conclusões.

A questão FUP6 verificou se os professores acharam fácil acessar as informações sobre uma experiência de uso de um LV com a VLEx. Além da visualização das informações sobre um LV, abordada na questão anterior, a ferramenta permite a visualização das informações sobre uma experiência de uso. Essa funcionalidade é considerada importante

para auxiliar na seleção de LVs, pois exibe informações sobre o contexto do uso, metodologias e outras que podem ajudar os interessados em utilizar esses laboratórios na tomada de decisão. A maioria dos professores concordou (86,7%). As respostas apontaram a facilidade no acesso às informações sobre uma experiência, podendo-se considerar que isso contribui significativamente para que o objetivo da VLEx seja atingido, no sentido de servir como ferramenta de suporte à seleção de LVs. Dois professores responderam com indiferença (13,3%) à afirmação da questão. Destaca-se que são os mesmos que responderam com a mesma opção à questão anterior. Analisando individualmente as respostas desses dois professores, percebe-se que foram os que tiveram maiores dificuldades no entendimento e utilização da ferramenta, mas não há como concluir a razão para isso sem uma investigação específica.

Na questão FUP7, os professores responderam se achavam fácil usar a VLEx. Para a avaliação do construto facilidade de uso, essa questão foi considerada importante por levar em consideração todos os aspectos envolvidos: aprendizado, esforço mental necessário e ações possíveis na ferramenta. As respostas a essa questão podem ser consideradas um resumo das demais presentes no construto. A maioria dos professores concordou (80%) com a afirmação, seguida pelos que foram indiferentes (20%). A partir desses dados, conclui-se que a VLEx não apresenta problemas relacionados à usabilidade ou dificuldades que prejudiquem a interação. Destaca-se que, dentre os três professores que não concordaram nem discordaram da afirmação, apenas um é da área de computação. Os demais podem ter deixado de concordar por terem dificuldades na utilização de sistemas. Para descobrir os motivos que os levaram a se posicionarem indiferentes à afirmação, seria necessária uma investigação específica. Uma das melhorias que pode ser realizada na ferramenta e para contribuir para facilitar o uso seria a construção de um manual. Apesar de a página inicial apresentar textos que explicam o funcionamento da VLEx, apenas o instrumento para registro contém textos claros de ajuda, que fazem com que o usuário tenha menos dúvidas nas interpretações e na interação.

A Tabela 17 apresenta uma visão geral do construto facilidade de uso percebida através da média e desvio padrão das respostas às questões fechadas.

Tabela 17. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto facilidade de uso percebida

ID	QUESTÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
FUP1	A VLEEx foi clara e fácil de entender.	3,93	0,96
FUP2	Aprender a usar a VLEEx foi fácil para mim.	4,33	0,81
FUP3	Usar a VLEEx não demandou muito esforço mental.	4,40	0,63
FUP4	Eu acho fácil registrar uma experiência de uso de um laboratório virtual com a VLEEx.	3,73	1,09
FUP5	Eu acho fácil visualizar as informações de laboratórios virtuais com a VLEEx.	4,53	0,74
FUP6	Eu acho fácil acessar informações sobre experiências de outros professores no uso de um laboratório virtual com a VLEEx.	4,40	0,73
FUP7	Eu acho a VLEEx fácil de usar.	4,26	0,79

As médias acima de 3,90 em todas as questões mostram que as avaliações foram positivas com relação à facilidade de uso da VLEEx. A menor média (3,73) esteve relacionada à facilidade em registrar uma experiência de uso de um LV, na questão FUP4. Em comparação com os demais tópicos abordados no construto, pode-se considerar que há mais melhorias que podem ser realizadas nesse sentido que em outros. Essas melhorias estão diretamente relacionadas ao instrumento desenvolvido para o registro. Uma delas é a redução do número de questões para tornar o preenchimento mais simples, identificando características que são mais relevantes para auxiliar professores na escolha de LVs, excluindo informações desnecessárias. Já a maior média (4,53) esteve relacionada à facilidade na visualização das informações sobre os LVs, na questão FUP5. O fato de essas informações serem acessadas facilmente através da tabela na página inicial, que ainda conta com um mecanismo de busca, pode ser uma das razões para tal. Vale destacar que, sobre os LVs, são exibidas apenas informações consideradas mais relevantes, obtidas através do instrumento do Capítulo 3.

Com relação ao desvio padrão, destaca-se o valor considerado alto na questão FUP4 (1,09), que também apresentou a menos média. A relação entre a média e o desvio padrão nessa questão indica que houve opiniões bastante distantes na escala Likert de cinco pontos, com concordâncias e discordâncias, como foi discutido a partir das respostas, anteriormente. Os demais desvios padrão estiveram abaixo de 1,00, sendo considerados baixos, indicando que os professores opinaram em consenso, principalmente com relação ao uso da VLEEx não demandar muito esforço mental, na questão FUP3.

Na questão FUP8, que não aparece na Figura 23 e nem na Tabela 17 por ser aberta, os professores puderam fazer comentários e descrever observações adicionais sobre o construto facilidade de uso percebida. Porém, assim como na questão UP7, relacionada ao construto

discutido anteriormente, houve poucas respostas. Com o campo sendo de preenchimento opcional, apenas três professores comentaram o construto, reforçando que consideraram a ferramenta fácil de ser utilizada. Os comentários foram: “Achei fácil usar a página. É bastante simples e as informações são bem explicadas.”, “É fácil entender do que se trata a VLEx.” e “A interface está bem organizada, bastante simples, e os textos são bem explicativos.”.

A partir da análise das respostas ao construto facilidade de uso percebida, de maneira geral, a ferramenta pode ser considerada fácil de ser utilizada, demandando pouco esforço mental nas suas funcionalidades, que podem ser executadas facilmente, e sendo aprendida sem dificuldades. As respostas ao construto intenção de uso são apresentadas e discutidas a seguir.

4.3.4. Intenção de Uso

O construto intenção de uso no TAM é influenciado pela utilidade e facilidade de uso percebida. Quatro questões sobre a intenção de uso abordaram se os professores que responderam à avaliação da aceitação da VLEx usariam a ferramenta para diferentes fins possíveis, incluindo: registrar uma experiência de uso de um LV; descobrir LVs que estão sendo utilizados; e selecionar LVs. O gráfico da ... apresenta as respostas às questões fechadas do construto, agrupadas como nos anteriores.

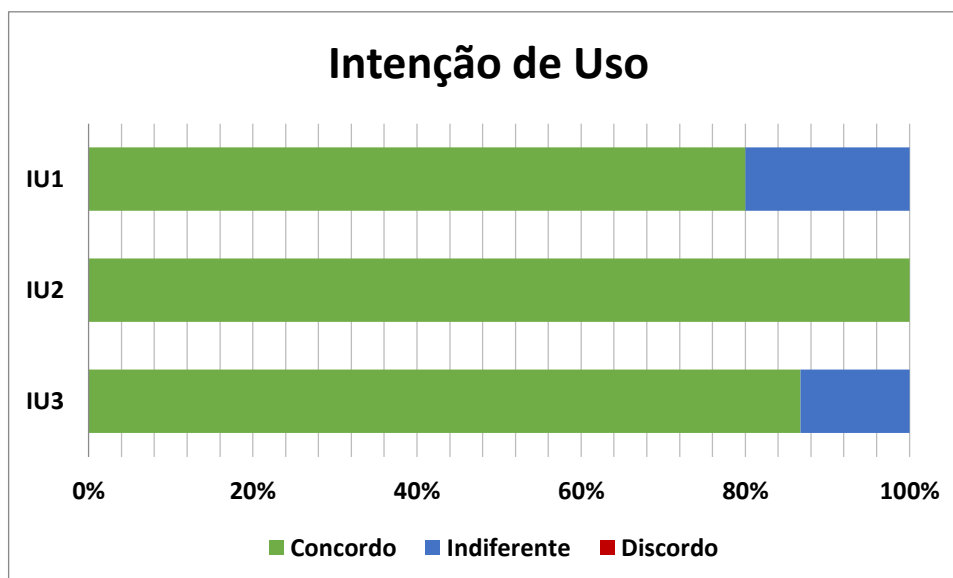


Figura 24. Respostas às questões fechadas do construto intenção de uso

Na questão IU1, os professores responderam se pretendem usar a VLEx para registrar uma experiência de uso de um LV. A maioria dos professores concordou (80%) com a

afirmação. Isso permite concluir que o instrumento desenvolvido para o registro contribui sendo uma opção para que as informações sobre uma atividade desenvolvida com um LV não sejam perdidas. Essas informações, como já discutido nas questões UP6 e UP7, têm potencial para auxiliar na escolha de LVs. Destaca-se que mesmo os professores que discordaram das afirmações anteriores sobre o registro, apontando para dificuldade em registrar uma experiência e incompletude, afirmaram nessa questão que o usariam, o que reforça ainda mais sua utilidade. Essas respostas ainda contribuem para a validação da terceira versão do instrumento. Houve, ainda, três professores que responderam com indiferença (20%) à afirmação. Uma análise do perfil destes permitiu observar que nenhum utilizou LVs, podendo ser essa uma das razões pelas quais optaram por “indiferente”, não se posicionando no sentido de concordar nem discordar da afirmação.

A questão IU2 abordou a pretensão dos professores em usarem a VLEx para descobrir LVs que estão sendo utilizados. Todos concordaram (100%) com a afirmação, indicando que a descoberta de LVs é um ponto forte da VLEx. Em toda a avaliação da aceitação, essa foi uma das funcionalidades que se mostrou melhor aceita na ferramenta. Nesse sentido, pode-se considerar que, além de servir para o registro e visualização de informações sobre o uso de LVs, a VLEx é útil aos professores como um repositório de LVs, alimentado a partir de experiências de uso.

Na questão IU3, os professores opinaram sobre a pretensão em utilizada a VLEx como ferramenta de suporte à seleção de LVs. Considera-se que essa questão contribui, assim como a UP6, UP7, FUP5 e FUP6, para alcançar o objetivo da pesquisa descrita nesta dissertação. A maioria dos professores concordou (86,7%) com a afirmação, seguida pelos que foram indiferentes (13,3%). Todos os professores com experiência na utilização de LVs concordaram que pretendem usar a ferramenta como auxílio à seleção desses laboratórios. A opinião desses é relevante por terem lidado com o problema da seleção, descrito no capítulo de Introdução, em algum momento anterior ao desta pesquisa. Desta forma, comprova-se que a VLEx é capaz de apoiar a seleção de LVs para uso em sala de aula a partir de experiências de professores no uso desses laboratórios.

Sobre o perfil dos professores que foram indiferentes à afirmação, destaca-se que é o mesmo dos que também foram indiferentes na questão IU1: sem experiência com LVs. De forma geral, os professores que nunca utilizaram LVs foram os que mais responderam com a opção “indiferente” às questões da avaliação da aceitação da VLEx. Essa informação não invalida suas opiniões, mas tornam as respostas dos que possuem experiência com esses

laboratórios mais relevantes. Acredita-se que uma investigação apenas com professores com essa experiência apresentaria menos respostas com indiferença às afirmações.

Uma visão geral das questões fechadas do construto intenção de uso é exibida através da média e desvio padrão das respostas na Tabela 18.

Tabela 18. Média e desvio padrão das respostas às questões fechadas do construto intenção de uso

ID	QUESTÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
IU1	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para registrar uma experiência de uso de um laboratório virtual com minha turma.	4,20	0,77
IU2	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para descobrir laboratórios virtuais que estão sendo utilizados.	4,66	0,48
IU3	Assumindo que tenha acesso à VLEx, eu pretendo usá-la para me ajudar na seleção de um laboratório virtual para usar com minha turma.	4,53	0,74

As médias apresentadas, acima de 4,00, indicam que existe a pretensão em utilizar a ferramenta para as três tarefas descritas nas questões. As médias nas questões IU2 e IU3, acima de 4,50, ainda indicam que os resultados tenderam à opção “concordo totalmente” com as afirmações, podendo-se afirmar que os professores pretendem, de maneira mais forte, usar a ferramenta para descobrir LVs e como auxílio na seleção dos mesmos, respectivamente.

Sobre o desvio padrão, os valores abaixo de 0,80 mostram que as respostas foram próximas às médias, no geral, com os professores opinando em consenso. Destaca-se que a questão IU2 obteve média próxima de 5,00, que é o valor máximo, e baixo desvio padrão, indicando que os professores opinaram em consenso no sentido de concordarem totalmente com a afirmação.

Na última questão da avaliação da aceitação da VLEx, IU4, não apresentada na Figura 24 e na Tabela 18 por ser aberta, os professores puderam comentar sobre a intenção de uso, mas não houve quem o fizesse. Houve poucas interações nas questões abertas em todos os construtos. Porém, acredita-se que as opiniões sobre a intenção de uso puderam ser registradas com as questões apresentadas, mesmo com a quantidade de questões menor que nos dois outros construtos.

Considera-se que a VLEx foi bem aceita pelos professores que participaram da avaliação da aceitação da ferramenta, tendo sido demonstrado que possuem intenção de utilizá-la para os diversos fins. A seção seguinte descreve as conclusões deste capítulo sobre a Ferramenta VLEx.

4.4. Conclusões

Neste capítulo, foi apresentada a ferramenta VLEx, desenvolvida para organizar o registro e a exibição das informações sobre as experiências de uso de LVs em uma página *web*. A ferramenta contém a terceira versão do instrumento apresentado no Capítulo 3 e reflete detalhes das experiências dos professores no uso de um LV com sua turma, visualizados por laboratório ou individualmente.

Acreditava-se que os tópicos na terceira versão do instrumento abordassem aspectos capazes de descrever uma experiência de uso de um LV de forma a fornecer suporte a professores para a seleção desses softwares através das informações registradas. Porém, era necessária a comprovação disso. Para tal, a ferramenta desenvolvida para organizar as informações dos registros e o acesso ao instrumento foi submetida a uma avaliação de aceitação por professores, verificando sua utilidade, facilidade de uso e intenção em utilizá-la. A avaliação foi baseada no TAM, um modelo que permite verificar a aceitação de uma ferramenta computacional.

As respostas dos quinze professores que participaram da avaliação indicaram que a VLEx é útil para registrar experiências de uso de LVs, verificar como os professores estão utilizando esses softwares e selecioná-los a partir das experiências registradas. A ferramenta ainda foi considerada fácil de ser utilizada, demandando pouco esforço mental nas suas funcionalidades e sendo aprendida sem dificuldades. Finalmente, na avaliação, comprovou-se que os professores possuem intenção de utilizá-la para registrar experiências de uso de LVs descobrir novos laboratórios e selecioná-los a partir das informações que a ferramenta exhibe, mostrando que um dos objetivos com o desenvolvimento da VLEx, que foi auxiliar professores na escolha de LVs, foi alcançado.

As dificuldades relacionadas à ferramenta durante a pesquisa envolvem a etapa de desenvolvimento da VLEx, onde foi necessário lidar com a API que a conecta ao formulário do Google, que é a terceira versão do instrumento. Em algumas situações a instabilidade na API impossibilitava que as informações sobre os registros fossem exibidas. Para solucionar esse problema, uma alternativa independente da API foi desenvolvida e pode ser utilizada nesses casos de instabilidade.

Com relação à avaliação da aceitação da ferramenta, as dificuldades envolveram a análise das respostas de discordância ou indiferença às afirmações nas questões fechadas quando o perfil dos professores não permitia deduções. Esperava-se que as questões abertas auxiliassem nessa tarefa, porém tiveram poucas respostas. Acredita-se que o fato de não

serem obrigatórias foi uma das razões para tal, e que torná-las obrigatórias poderia contribuir para a obtenção de opiniões relevantes sobre os aspectos avaliados, principalmente no sentido de entender a motivação das respostas.

O número reduzido de professores que participaram dessa etapa de avaliação foi o principal fator que levou a discussão dos resultados a não estar mais aprofundada. As informações do perfil dos participantes não puderam ser utilizadas da forma planejada, já que seriam necessárias mais respostas às questões para conclusões mais fundamentadas nos dados quantitativos. Nesse sentido, os dados dos professores sobre a titulação e nível de ensino em que atuam foram os menos utilizados para os resultados descritos neste capítulo. Acredita-se que com uma amostra maior, seria possível realizar novas deduções e conclusões baseadas no perfil dos professores.

5. Conclusões e trabalhos futuros

Esta pesquisa abordou o problema da seleção de laboratórios virtuais, verificando formas de apoiá-la para uso desses laboratórios em sala de aula a partir das experiências dos professores. O objetivo desta pesquisa foi definir uma infraestrutura tecnológica, representada na Figura 25, com informações sobre experiências de uso de LVs a fim de facilitar o processo de seleção dos laboratórios através dessas informações.



Figura 25. Infraestrutura tecnológica desenvolvida

Para atingir o objetivo, foi desenvolvido, inicialmente, um instrumento para registrar as experiências dos professores no uso dos LVs. A primeira versão do instrumento foi gerada a partir de buscas iniciais e passou por duas melhorias: para a segunda versão através de um estudo piloto e dos resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre tecnologias para o registro de experiências de uso de LVs e para a terceira versão através de uma avaliação realizada por especialistas.

Com o instrumento obtendo informações do ponto de vista dos professores sobre as atividades com os LVs, foi desenvolvida a ferramenta VLEx, que organiza os dados e o acesso ao instrumento através de uma página *web*, facilitando a visualização e o registro da experiência de uso. Sua validação consistiu na avaliação da sua aceitação por quinze professores. A ferramenta foi avaliada como capaz de fornecer informações que auxiliam professores na seleção de LVs, além de registrar experiências e possibilitar a descoberta de laboratórios e novas pesquisas.

O conjunto dos registros realizados no instrumento completa a infraestrutura tecnológica. As informações dos registros estão organizadas de maneira semiestruturada, formando uma base de dados sobre experiências de professores na utilização de LVs. Através de uma formalização, esses registros podem constituir uma base de conhecimento que pode servir como ponto de partida para o desenvolvimento de um sistema de recomendações de LVs.

Para facilitar o entendimento de como o processo de seleção de LVs pode ser facilitado pela infraestrutura tecnológica desenvolvida, o seguinte cenário pode ser usado como referência: 500 registros realizados na VLEx, relacionados a diversos LVs de diversas áreas, incluindo mais de dez registros de cada um de dois softwares voltados para o ensino de Arduino. Ao utilizar a VLEx, um professor que procura por um LV para usar na disciplina de Robótica poderá verificar como outros professores realizam as atividades em cada um dos dois LVs. Além disso, poderá comparar os dois LVs em diversos aspectos a partir dos registros na ferramenta, como o da motivação ou do desempenho dos alunos. A partir dessas informações, o professor pode escolher qual software irá utilizar tendo gasto menos tempo que pesquisando em outros locais e com mais confiança de ter escolhido a ferramenta adequada.

Os objetivos específicos da pesquisa foram atingidos através: a) da descoberta de tecnologias existentes para registro de experiência de uso de LV realizada na RSL; b) do desenvolvimento do instrumento descrito; e c) da ferramenta VLEx, fornecendo suporte à seleção de LVs.

Os resultados do estudo piloto com a primeira versão do instrumento apontaram para ele como uma estratégia válida para aproveitar as informações sobre como ocorreu o uso de um LV, sistematizando o processo de registro. Melhorias foram propostas pelos professores que participaram do estudo e realizadas no sentido de suprir as dificuldades no entendimento das questões e facilitar o preenchimento, tendo sido realizadas na segunda versão.

Os resultados da RSL mostraram que as tecnologias existentes para o registro da experiência de uso de LV são baseadas em questionários, por serem construídos e utilizados facilmente, focados no ponto de vista dos alunos e, em sua maioria, estão indisponíveis para uso. Os dados registrados nessas tecnologias são relacionados aos conteúdos abordados nos LVs ou ao próprio funcionamento deles, avaliando o desempenho dos alunos ou problemas de usabilidade. Nenhuma das tecnologias encontradas foi considerada adequada para registrar completamente a experiência de uso de um LV com informações capazes de auxiliar professores na seleção desses laboratórios. O instrumento desenvolvido se difere das tecnologias encontradas por abordar a perspectiva do professor, estando baseado nos aspectos metodológicos e de contexto das atividades desenvolvidas e servindo para auxiliar outros professores na seleção de LVs através da VLEx.

Os resultados da avaliação dos especialistas, que validou a segunda versão e gerou a terceira versão do instrumento, indicaram que a seleção de um LV pode ser auxiliada pelas

informações obtidas através do instrumento. Melhorias ainda foram sugeridas com relação à clareza das questões, estrutura, conteúdo e preenchimento do questionário. A terceira versão do instrumento foi desenvolvida a partir dessas sugestões e serviu como ponto de partida para o desenvolvimento da VLEx.

Os resultados da avaliação da aceitação da VLEx consistem nos mais relevantes relacionados à pesquisa, por abranger toda a infraestrutura desenvolvida para o suporte à seleção de LVs e comprovar o alcance do objetivo geral. A utilidade percebida pelos professores que participaram dessa avaliação sobre a VLEx constatou que a ferramenta é útil para registrar experiências de uso de LVs, verificar como estão sendo utilizados esses softwares em diferentes contextos e selecioná-los a partir das experiências registradas. A ferramenta ainda foi considerada fácil de ser utilizada, demandando pouco esforço mental nas suas funcionalidades, que podem ser executadas facilmente, e sendo aprendida sem dificuldades.

Foi constatada a intenção dos professores em utilizar a VLEx para registrar experiências de uso de LVs, descobrir laboratórios que estão sendo utilizados e selecioná-los a partir das informações exibidas na ferramenta sobre um registro de experiência de uso ou um LV. Os resultados dessa avaliação da ferramenta ainda validam a terceira versão do instrumento, contida nela e parte fundamental da infraestrutura tecnológica desenvolvida.

A principal dificuldade encontrada no desenvolvimento desta pesquisa esteve relacionada à validação das versões do instrumento e da ferramenta desenvolvida, e consistiu na busca por voluntários para participar da pesquisa. Esses voluntários incluem os professores que participaram do estudo piloto com a primeira versão do instrumento, os especialistas que avaliaram a segunda versão e os professores que avaliaram a VLEx. As principais estratégias para superar essa dificuldade foram o cumprimento do cronograma definido e a divulgação ampla dos convites para participação. O que evidencia esse esforço e a dificuldade é o fato, por exemplo, de 40 professores terem sido convidados a avaliar a ferramenta, mas apenas 15 terem realizado essa atividade. Em virtude da dificuldade em encontrar voluntários, considera-se que os resultados quanto ao tamanho dos grupos em cada etapa foram satisfatórios, mas poderiam ser mais abrangente, apresentando quantidades de participantes que pudessem evidenciar novas descobertas a partir da análise dos seus perfis.

Com relação às contribuições desta pesquisa para a área da Computação, tem-se a infraestrutura tecnológica desenvolvida servindo como ponto de partida para a geração de uma base de conhecimento sobre LVs a partir das experiências dos professores no uso desses

softwares. A principal possibilidade de pesquisa gerada a partir daí consiste no desenvolvimento de um sistema de recomendações de LVs baseado em experiências de uso. Uma solução como essa tornaria as informações registradas na VLEx, através do instrumento, ainda mais úteis e facilitaria o processo de seleção desses laboratórios.

Para a área de Informática na Educação, esta pesquisa contribui com a infraestrutura apresentada para solução do problema de pesquisa apresentado, servindo de suporte à seleção de LVs. A partir da VLEx, acredita-se que não só os LVs podem ser selecionados, mas metodologias podem ser visualizadas e adaptadas em outras experiências de uso. Porém, faz-se necessária uma investigação específica para verificar esse potencial da ferramenta.

Outros trabalhos futuros possíveis a partir do descrito nesta dissertação, além das possibilidades de pesquisas já citadas neste capítulo, consistem em: melhoria do instrumento para o registro de experiências de uso de LV, tornando-o mais claro e fácil de ser preenchido e mais relevante ao suporte à seleção desses laboratórios; adaptação do instrumento e da ferramenta a outras categorias de softwares educativos, como objetos de aprendizagem e jogos, a partir da identificação de problemas na seleção desses softwares e possibilidades de auxílio a partir de experiências de uso; e investigação de formas de representação dos aspectos relacionados à metodologia que são registrados no instrumento, para a criação de um modelo de exibição das informações das experiências de uso baseado na metodologia utilizada, possibilitando a visualização de forma mais clara para adaptação pelo próprio professor ou sugerir metodologias mais adequadas.

Referências Bibliográficas

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.

Barbosa, S.; Silva, B.. *Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2010.

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.

Carlson, S. The Next-Generation Classroom. The Chronicle of Higher Education: Technology, 2004. Disponível em: <https://www.chronicle.com/article/The-Next-Generation-Classroom/13283>. Acesso em: julho de 2018.

Cennamo, K.; Ross, J.; e Ertmer, P.. Technology Integration for Meaningful Classroom Use. 2ª ed. Wadsworth: Cengage Learning, 2014.

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.

Cisco Systems. Virtual Tools in ITE: PC Hardware and Software v4.0. 2008. Disponível em: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/training-events/1e21/1e34/downloads/689/academy/2008/sessions/BRK-116T_Virtual_Tools_in_ITEPC.pdf. Acesso em: julho de 2018.

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.

Davis, F.; Bagozzi, R.; e Warshaw, P.. "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models", Management Science, 35: 982–1003, 1989.

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., Hernandez, 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.

Fonseca, M.; Maidana, N.; Severino, E.; Barros, S.; Senhora, G.; e Vanin V.. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v35, n4. 2013.

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.

Hamstra, S. e Zendejas, B.. Reconsidering Fidelity in Simulation-Based Training. Academic Medicine, v89, n3, 2014.

IEAB – International Education Advisory Board. Learning in the 21st Century: Teaching Today's Students on Their Terms. 2008. Disponível em: https://www.certiport.com/Portal/Common/DocumentLibrary/IEAB_Whitepaper040808.pdf. Acesso em: julho de 2018.

Intel Corporation. Simulador de Defeitos da Intel. 2011. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/aryalves/disciplinas/semestre-letivo-2015.1/manutencao-de-computadores/simulador-de-defeitos-da-intel/view>. Acesso em: julho de 2018.

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.

Lima, J.; Neto, J.; e Martins, C.. Laboratório Virtual: apresentação, conceituação, análise e uma proposta de definição. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE). Campina Grande/PB. 2005.

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.

Mikhaylov, N. e Chernov, D.. From Virtual Lab to Virtual Development Lab. Proceedings of the 9th IFAC Symposium Advances in Control Education. The International Federation of Automatic Control. Nizhny Novgorod, Russia. 2012.

Nicolaci-Da-Costa, A. M.. O campo da pesquisa qualitativa e o Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS). Psicol. Ref. Crit., Porto Alegre, v20, n1. 2007.

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.

OpenSimulator. OpenSim. Disponível em: <http://opensimulator.org>. Acesso em: julho de 2018.

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.

Prado, A. Entendendo o aluno do século XXI e como ensinar a essa nova geração. Geek: Educação e evolução. 2015.

Pressman, R.; e Maxim, B.. Engenharia de Software – Uma abordagem profissional. 8ª ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2016.

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.

Silva, A; Zanesco, C.; Cazarotto, A.; Borsoi, F.; Dervanoski, C.; Marolli, C.; Zanella, K.; Silva, D.; e Bagatini, M.. O ensino de Ciências Biológicas: uma experiência teórico-prática com alunos do ensino médio de escolas públicas. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, v7, n2, pg. 99-104. 2016.

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.. RBApp: 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.

Venkatesh, G. e Sridhar, V.. Mobile-First Strategy for MSMEs in Emerging Markets. IT Professional, v16, n1, pp. 58-61. 2014.

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.



Instrumento para Registro da Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual – Terceira Versão

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-2018-0004

Instrumento para Registro de Experiência Docente no Uso de Laboratório Virtual Terceira Versão

Resumo: Este relatório técnico apresenta a terceira versão do instrumento para registro de experiência docente no uso de laboratório virtual, desenvolvido, desde sua primeira versão para coletar informações fornecidas por professores sobre atividades com esses laboratórios. Essa versão contém 29 questões, classificadas em dez tópicos. Na tabela a seguir, as questões podem ser visualizadas, bem como sua numeração, situação com relação às alterações da segunda para a terceira versão, tópico ao qual pertencem, tipo, descrição e texto de ajuda.

Nº	SITUAÇÃO 2ª p/ 3ª versão	TÓPICO	TIPO	QUESTÃO	TEXTO DE AJUDA
1	Mantida	Contato	Aberta	Nome	Caso queira ser identificado, insira seu nome. Nós disponibilizaremos sua experiência de uso para outros professores. Com seu nome e e-mail, eles poderão entrar em contato. Para registrar sua experiência de forma anônima, deixe esse e o próximo campo (E-mail) em branco.
2	Mantida		Aberta	E-mail	Caso queira que outros professores que visualizarem sua experiência de uso possam entrar em contato, insira seu e-mail. Para registrar sua experiência de forma anônima, deixe esse campo e o anterior (Nome) em branco.
3	Mantida	Contexto	Aberta	Laboratório virtual	Qual o nome do laboratório virtual que foi utilizado?
4	Mantida		Aberta	Disponível em	Existe um endereço web (URL) onde o laboratório virtual pode ser encontrado?
5	Alterada		Fechada	Área (<i>lista com todas as áreas do conhecimento do CNPq</i>)	Que área do conhecimento o laboratório virtual abrange?
6	Mantida		Aberta	Curso	Em que curso o laboratório virtual foi utilizado?
7	Mantida		Aberta	Disciplina	Caso tenha utilizado o laboratório virtual em alguma disciplina do curso, especifique-a abaixo. Caso contrário (se tiver sido utilizado em um curso de extensão sem disciplinas, por exemplo), deixe em branco.
8	Mantida		Fechada	Nível (<i>fundamental/médio/técnico/superior/pós-graduação/outro</i>)	Qual(is) o(s) nível(is) de ensino dos alunos que utilizaram o laboratório virtual?
9	Mantida	Aberta	Quantidade de alunos	Quantos alunos utilizaram o laboratório virtual?	
10	Mantida		Aberta	Carga-horária da disciplina	Qual a duração, em horas, da disciplina? Caso o laboratório virtual tenha sido utilizado em um curso, e não em uma disciplina, insira a carga horária do curso. Para valor de hora com minutos, converta os minutos em valores decimais. Exemplo: 1h:30min deve ser inserido como 1.5, indicando uma hora e meia. Insira apenas números inteiros ou reais nesse campo, substituindo a vírgula pelo ponto nos números reais.
11	Mantida		Aberta	Carga-horária da prática com o laboratório virtual	Qual a duração, em horas, da prática com o laboratório virtual? Para valor de hora com minutos, converta os minutos em valores decimais. Exemplo: 1h:30min deve ser inserido como 1.5, indicando uma hora e meia. Insira apenas números inteiros ou reais nesse campo, substituindo a vírgula pelo ponto nos números reais.
12	Mantida	Metodologia	Aberta	Como você utilizou o laboratório virtual em sua disciplina?	Estamos interessados em saber sobre a metodologia utilizada para essa atividade, principalmente sobre três tópicos que não são abordados nas outras questões: 1º) em que momento da disciplina o laboratório virtual foi utilizado; 2º) quais atividades foram desenvolvidas; e 3º) como os alunos foram avaliados. O Plano de Ensino da disciplina pode ajudar a responder essa questão.
13	Alterada	Suporte	Likert	Antes da atividade, os alunos foram instruídos sobre como utilizar o laboratório virtual.	O laboratório virtual foi explicado para os alunos antes do uso.
14	Alterada		Likert	Antes da atividade, os alunos tiveram aula sobre o conteúdo abordado no laboratório virtual.	O conteúdo ensinado através do laboratório virtual foi explicado para os alunos antes do uso.
15	Alterada		Likert	Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio na utilização do laboratório virtual.	Os alunos tiveram dúvidas sobre como utilizar o laboratório virtual.
16	Alterada		Likert	Durante a atividade, os alunos solicitaram auxílio no(s) conceito(s) que estava(m) sendo desenvolvido(s).	Os alunos tiveram dúvidas sobre o conteúdo ensinado no laboratório virtual enquanto usavam.
17	Alterada	Usabilidade	Likert	Percebi problemas e/ou dificuldades no uso do laboratório virtual por parte dos alunos.	Os alunos usaram o laboratório virtual e tiveram problemas com relação à usabilidade.
18	Mantida	Motivação	Likert	Percebi os alunos motivados a realizarem a atividade no laboratório virtual.	Os alunos desenvolveram a atividade proposta no laboratório virtual demonstrando estarem motivados.
19	Mantida	Simulação	Likert	O laboratório virtual imita o experimento simulado exatamente como acontece em um laboratório real, em relação aos materiais, métodos e resultados.	A atividade simulada no laboratório virtual é idêntica a como ela ocorre no laboratório físico.
20	Mantida		Likert	A atividade preparou os alunos para a prática em ambiente real.	Os alunos estão preparados para realizar a mesma atividade em um laboratório físico.
21	Mantida	Acesso	Likert	O laboratório virtual foi instalado/acessado facilmente.	Foi fácil instalar o laboratório nos dispositivos utilizados ou acessá-lo onde estava disponível.
22	Mantida		Fechada	O laboratório virtual foi utilizado em qual(is) dispositivo(s)? (<i>computador/smartphone/tablet/outro</i>)	Selecione o(s) dispositivo(s) que foi(ram) utilizado(s) para acessar o laboratório virtual.
23	Mantida		Aberta	Qual a justificativa para ter usado esse(s) dispositivo(s)?	Por que o laboratório virtual foi utilizado nesse(s) dispositivo(s)?
24	Mantida		Fechada	Os alunos tiveram acesso individual ao laboratório virtual? (<i>sim/não/parcialmente</i>)	Caso a atividade tenha ocorrido com um aluno por dispositivo, selecione "sim", ou com mais de um aluno por dispositivo, selecione "não". Caso tenha havido o uso individual seguido do uso em grupo ou vice-versa, ou, ainda, alguns alunos tenham utilizado individualmente e outros não, selecione parcialmente.
25	Mantida	Desempenho	Aberta	Qual a justificativa para essa forma de acesso?	Por que optou por essa forma de acesso?
26	Inserida		Aberta	Como você considera o aproveitamento dos alunos com o laboratório virtual?	Avalie o desempenho dos alunos na atividade.
27	Mantida		Aberta	Quais os pontos positivos percebidos durante a atividade?	Descreva os pontos que julgar positivos encontrados durante a atividade.
28	Mantida	Geral	Aberta	Quais os pontos negativos percebidos durante a atividade?	Descreva as dificuldades, problemas e outros pontos que julgar negativos com os quais lidou durante a atividade.
29	Mantida		Aberta	Descreva as observações adicionais.	Se há algo que não foi descrito nos campos anteriores e gostaria de compartilhar, escreva aqui.