

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

ROGES HORACIO GRANDI

**VIDYA NETWORK: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL BASEADA
EM REDES SEMÂNTICAS DE MAPAS CONCEITUAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Krug Wives
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Salcedo Gomes

Linha de Pesquisa:
Ambientes Informatizados e Ensino a Distância

Porto Alegre
2024

Roges Horacio Grandi

VIDYA NETWORK: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL BASEADA EM REDES SEMÂNTICAS DE MAPAS CONCEITUAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Krug Wives
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Salcedo Gomes

Linha de Pesquisa:
Ambientes Informatizados e Ensino a Distância

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Rove Luiza de Oliveira Chishman (UNISC)

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (IF/UFRGS, UNIVATES)

Prof. Dr. José Valdeni de Lima (PPGIE/UFRGS)

Prof. Dr. Leandro Krug Wives (PPGIE/UFRGS)

Prof. Dra. Raquel Salcedo Gomes (Orientadora) (PPGIE/UFRGS)

Porto Alegre
2024

CIP – Catalogação na Publicação

GRANDI, ROGES HORACIO

VIDYA NETWORK: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL BASEADA EM
REDES SEMÂNTICAS DE MAPAS CONCEITUAIS / ROGES HORACIO
GRANDI. -- 2024.

183 f.

Orientador: LEANDRO KRUG WIVES.

Coorientadora: RAQUEL SALCEDO GOMES.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas
Tecnologias na Educação, Programa de
Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-
RS, 2024.

1. Mapas conceituais. 2. Redes semânticas. 3. Redes
semânticas de mapas conceituais. 4. Vidya Network. 5.
Aprendizagem Significativa. I. WIVES, LEANDRO KRUG, orient.
II. GOMES, RAQUEL SALCEDO, coorient. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 CINTED – CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
 PPGIE – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
 ROGES HORACIO GRANDI**

Às quatorze horas do dia trinta de julho de dois mil e vinte e quatro, no endereço eletrônico https://mconf.ufrgs.br/webconf/defesas_ppgie, conforme a portaria 02 de 10/10/2022 da PROPG/UFRGS que regulamenta a modalidade híbrida ou a distância para as bancas de defesas de cursos *stricto sensu*, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: José Valdeni de Lima, Marco Antonio Moreira e Rove Luiza de Oliveira Chishman, para a análise da Defesa de Tese de Doutorado intitulada “Vidya Network: uma Ferramenta Educacional Baseada em Redes Semânticas de Mapas Conceituais” do doutorando de Pós-Graduação em Informática na Educação Roges Horacio Grandi, sob a orientação do Prof. Dr. Leandro Krug Wives e coorientação da Profa. Dra. Raquel Salcedo Gomes.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

Considera a Tese Aprovada
 () sem alterações;
 (X) sem alterações, com voto de louvor;
 () e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;

Considera a Tese Reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

A banca reconhece o mérito da Tese, não apenas pelas publicações, mas também pela implementação de uma ferramenta testada, aplicada e validada em várias instituições de ensino.

Documento assinado digitalmente
 LEANDRO KRUG WIVES
 Data: 31/07/2024 14:58:07-0300
 Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. Leandro Krug Wives
 Orientador

Documento assinado digitalmente
 RAQUEL SALCEDO GOMES
 Data: 31/07/2024 16:06:26-0300
 Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof.ª Dr.ª Raquel Salcedo Gomes
 Coorientadora

Documento assinado digitalmente
 JOSE VALDENI DE LIMA
 Data: 31/07/2024 16:45:35-0300
 Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
 PPGIE/UFRGS

Documento assinado digitalmente
 MARCO ANTONIO MOREIRA
 Data: 05/08/2024 16:40:49-0300
 Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. M
 IF/UFRGS

Documento assinado digitalmente
 ROVELUIZA DE OLIVEIRA CHISHMAN
 Data: 13/08/2024 20:11:11-0300
 Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof.ª Dr.ª Rove Luiza de Oliveira Chishman
 UNISC

Agradecimentos

Quantas aulas, noites, viagens, momentos de silêncio, refletindo sobre como chegar em melhores resultados pedagógicos. Isso só foi possível com o apoio incondicional e amoroso da minha esposa e da minha filha. Minha gratidão permanente!

Desde o primeiro momento até o último dia, pacientemente o meu orientador e a minha coorientadora cuidadosamente me deram o apoio necessário e, como deve ser, ficaram corrigindo a rota com seus facho de luzes. Acredito que tenham visto um brilho nos meus olhos. Minha gratidão permanente!

Faz uma diferença enorme ter, além da família e dos orientadores, colegas do grupo de pesquisa que estejam junto contigo, passando suas aprendizagens como doutorandos, escrevendo junto, ajudando a perceber gaps que precisam ser trabalhados. Minha gratidão permanente!

Acredito na ancestralidade. Então, agradeço aos meus antepassados e familiares que têm me apoiado com o amor que ficou na minha consciência! Minha gratidão permanente!

A ancestralidade inclui todos os professores, colegas e instituições de ensino que formam os elos de aprendizagem! Minha gratidão permanente!

O Rio Grande do Sul está passando por uma das maiores provações de sua história. Agradeço a todos os cientistas que não negam as mudanças climáticas, que ensinam a cuidar do ambiente; a cada peão e prenda, destes pagos e de outros rincões, que estão ajudando de qualquer forma a reconstruí-lo, minha gratidão permanente!

E a sutil Consciência, que permeia todo o Universo junto a energias e matérias dançantes, vou continuar te buscando e, ao te encontrar, também vou te Amar.

Trajetórias

“Você só sabe até onde pode ir quando já foi.”

Luis Fernando Veríssimo, 23/03/2024

RESUMO

O objetivo desta tese foi criar a ferramenta educacional Vidya Network e validá-la quanto à sua capacidade de apoiar o desenvolvimento do pensamento, da linguagem e da aprendizagem significativa de Ausubel através da integração de três técnicas pedagógicas: textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais. Sua arquitetura pedagógica capacita a cada aprendiz a formar sua própria rede semântica de mapas conceituais, além de participar de grupos de estudos e de turmas, permitindo a coexistência de uma multiplicidade de conhecimentos (*unitas multiplex*). Os mapas conceituais podem ser definidos em nível de idioma ou de dialeto. Suas funcionalidades habilitam a realização de práticas pedagógicas sociointeracionistas, incluindo o compartilhamento, a busca lematizada e a duplicação de mapas conceituais, além das técnicas do debate de teses, dos fóruns de discussão e de salas de *chat*. Outras contribuições pedagógicas da Vidya Network são: i) contextualização dos mapas conceituais para formar uma rede semântica pertinente; ii) busca qualificada de fontes externas para apoio ao desenvolvimento dos textos dissertativos; iii) Modo Guiado, que habilita o aprendiz a criar mapas conceituais seguindo passos planejados; iv) Modo de Navegação Gráfica, que permite ao aprendiz buscar mapas conceituais clicando em conceitos; v) identificação de conceitos isolados, para indicar que devem ser associados ou excluídos; vi) tela responsiva com suporte a telas táteis; vii) tecnologias assistivas para deficientes visuais criarem e entenderem conteúdos de mapas conceituais; viii) métricas de quantidade de sentenças, vocabulário e Leiturabilidade de Flesch para textos dissertativos; ix) métricas de classe topológica, qualidade topológica, quantidade de conceitos e quantidade de proposições lógicas para mapas conceituais; e x) tutoriais *online* para auxiliar no planejamento pedagógico, criar bons mapas conceituais, compreender relações semânticas lexicais e operar a ferramenta, sendo esses tutoriais acessíveis a deficientes visuais. Com essas características, as capacidades pedagógicas da Vidya Network foram validadas do Ensino Fundamental ao Superior, por 57 professores e 122 alunos, havendo uma aprovação média de 94% dos participantes quanto à capacidade de apoio da ferramenta ao desenvolvimento do pensamento, da linguagem e da aprendizagem significativa, em práticas pedagógicas individuais e sociointeracionistas, além do tradicional uso dos mapas conceituais para a avaliação da aprendizagem.

Palavras-chave: mapas conceituais; redes semânticas; redes semânticas de mapas conceituais; Vidya Network; aprendizagem significativa; aprendizagem colaborativa; aprendizagem cooperativa; ontologias; pensamento complexo; debate de teses.

VIDYA NETWORK: AN EDUCATIONAL TOOL BASED ON SEMANTIC NETWORKS OF CONCEPT MAPS

ABSTRACT

The objective of this thesis was to create the educational tool Vidya Network and validate its capacity to support the development of both thinking and language as well the Ausubel meaningful learning, through the integration of three pedagogical techniques: dissertation texts, conceptual maps and lexical semantic relationships. Its pedagogical architecture enables each learner to form their personal semantic network of conceptual maps, in addition to participating in study groups and classes, allowing the coexistence of a multiplicity of knowledge (*unitas multiplex*). Multilingual, allows you to specify the language and dialect of each concept map. It also allows socio-interactionist pedagogical practices, including sharing, lemmatized search and duplication of concept maps, in addition to thesis debate techniques, discussion forums and chat rooms. Other Vidya Network's pedagogical contributions are: i) contextualization of conceptual maps to form a relevant semantic network; ii) qualified search for external sources to support development dissertation texts; iii) Guided Mode, which allows the learner to create conceptual maps following planned steps; iv) Graphical Navigation Mode, which allows the learner to search for concept maps by clicking on concepts; v) identification of isolated concepts, to indicate that they should be associated or excluded; vi) responsive screen with touchscreen support; vii) assistive technologies for visually impaired people to create and understand concept map content; viii) metrics for dissertation texts (number of sentences, vocabulary and Flesch Reading Ease); ix) metrics for conceptual maps (topological class, topological quality, number of concepts, number of logical propositions); and x) online tutorials to assist pedagogical planning, to create good concept maps, to understand lexical semantic relationships and how to operate the tool, with these tutorials being accessible to visually impaired. With these characteristics, Vidya Network's pedagogical capabilities were validated from Elementary to Higher Education, by dozens of teachers and hundreds of students, with an average approval of 94% of participants regarding the tool's ability to support the development of thought, language and meaningful learning, in individual and socio-interactionist pedagogical practices, in addition to the traditional use of concept maps to evaluate learning.

Keywords: concept maps; semantic networks; semantic networks of concept maps; Vidya Network; meaningful learning; collaborative learning; cooperative learning; ontologies; complex thinking; thesis debate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Desenvolvimento cognitivo conceitual unificado, tratando das áreas do pensamento e da linguagem.
- Figura 2 Uma RSMC incipiente de um aprendiz.
- Figura 3 Uma RSMC Institucional, composta por pessoas, grupos de estudos e turmas.
- Figura 4 Mapa conceitual do conteúdo pedagógico da pesquisa.
- Figura 5 Principais referenciais teóricos.
- Figura 6 Principais ideias subjacentes aos mapas conceituais.
- Figura 7 Equivalência estrutural entre mapas conceituais e grafos dirigidos e rotulados.
- Figura 8 Uma lista ordenada de conceitos relacionados ao tema “Wikipédia”.
- Figura 9 Classes topológicas para os mapas conceituais na Vidya Network.
- Figura 10 Perda de pontos por quantidade de diferentes conceitos.
- Figura 11 Gráfico de perda de pontos baseada em Fibonacci.
- Figura 12 Relações semânticas lexicais tratadas no Vidya Network.
- Figura 13 Exemplo de diferentes contextos e significados de um vocábulo.
- Figura 14 Um algoritmo de desambiguação de termos apoiado por um módulo especialista.
- Figura 15 Desambiguação de artigos por declaração de contexto na Wikipédia.
- Figura 16 Um debate de teses na Vidya Network.
- Figura 17 Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são interdependentes e simultâneas tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.
- Figura 18 Principais informações da *Biblioshiny* para a pesquisa realizada.
- Figura 19 Um mapa conceitual conforme Fisher versus Novak.
- Figura 20 Palavras-chave mais frequentes.
- Figura 21 Artigos selecionados por ano.
- Figura 22 Instituições mais relevantes.
- Figura 23 Contribuição científica por país.
- Figura 24 Ciclos PDCA.
- Figura 25 Grafo com a entidade ConceptMap (Mapa Conceitual).

- Figura 26 Grafo com entidades linguísticas.
- Figura 27 Grafo de semântica multi-inquilinos.
- Figura 28 Grafo da entidade rede semântica.
- Figura 29 Protótipo funcional *Vidya Maps*.
- Figura 30 Telas do PVM.
- Figura 31 Versão inicial do mapa conceitual “Futsal” com *post-its*.
- Figura 32 Versão evoluída do mapa futsal na Vidya Network.
- Figura 33 Tradução de Futsal para o inglês (mesma grafia).
- Figura 34 Processo de inserção de proposições lógicas na Vidya Network.
- Figura 35 Mapa conceitual gerado pelo professor deficiente visual.
- Figura 36 Planilha Excel de um mapa conceitual gerada pela Vidya Network.
- Figura 37 Atividades em Veranópolis com a Vidya Network.
- Figura 38 Blocos lógicos na eletrônica.
- Figura 39 Tela inicial do *chatbot* Magneton.
- Figura 40 Fluxo do estudo realizado com o Magneton no IFSC.
- Figura 41 Percepção de utilidade geral da Vidya Network no IFSC.
- Figura 42 Percepção de usabilidade da Vidya Network no IFSC.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantidade de proposições lógicas por conceitos no Vidya Network.
Tabela 2	Faixas de Leiturabilidade de Flesch.
Tabela 3	Seleção de documentos por base de busca.
Tabela 4	Exclusões de documentos por critério de exclusão.
Tabela 5	Análise quantitativa da evolução dos mapas conceituais no IFSC.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Questão de pesquisa.
Quadro 2	Estrutura da tese.
Quadro 3	Definição de mapa conceitual com grafo dirigido e rotulado.
Quadro 4	Classificação qualitativa de mapas conceituais.
Quadro 5	Perda de pontos por quantidade de diferentes conceitos.
Quadro 6	Pseudocódigo da perda de pontos baseada em Fibonacci.
Quadro 7	Cálculo de qualidade topológica de um mapa conceitual.
Quadro 8	Cálculo de qualidade topológica de um mapa conceitual.
Quadro 9	Leiturabilidade de Flesch para o português brasileiro.
Quadro 10	Índice de Flesch-Kincaid para o inglês norte-americano.
Quadro 11	Relações semânticas tratadas pela Vidya Network.
Quadro 12	Metadados Bibliometrix tratados em conversões para Scopus.
Quadro 13	Procedimento ajustado de geração de dados bibliométricos.
Quadro 14	Escopo PICOC da revisão sistemática da literatura.
Quadro 15	Questões de pesquisa da revisão sistemática da literatura.
Quadro 16	Crêterios de inclusão e exclusão da revisão sistemática da literatura.
Quadro 17	String de busca padrão da revisão sistemática da literatura.
Quadro 18	Junção, remoção de duplicatas e geração de Excel inicial.
Quadro 19	Características e subcaracterísticas da Norma ISO/IEC 25010.
Quadro 20	Subcaracterísticas de qualidade observadas na versão inicial.
Quadro 21	Diferenciais Pedagógicos da Vidya Network.
Quadro 22	Pesquisas de campo realizadas.
Quadro 23	Módulos e cronograma da formação em Arroio dos Ratos.
Quadro 24	<i>Feedback</i> da Coordenação Pedagógica de Arroio dos Ratos.

- Quadro 25 Infraestrutura de laboratórios de informática das escolas da RME de Arroio dos Ratos.
- Quadro 26 Melhorias da Vidya Network realizadas para o segundo encontro.
- Quadro 27 Roteiro das entrevistas individuais semiestruturadas ao final da formação.
- Quadro 28 Análises das entrevistas com os docentes por categoria.
- Quadro 29 Feedback da Coordenação Pedagógica.
- Quadro 30 Características e métricas dos mapas conceituais criados em Veranópolis.
- Quadro 31 Material de apoio na Vidya Network para um curso de docência com IA.
- Quadro 32 *Feedback* dos docentes sobre material de apoio na Vidya Network.
- Quadro 33 Papéis e responsabilidades na pesquisa de campo no IFSC.
- Quadro 34 Tutoriais da Vidya Network.
- Quadro 35 Roteiro das entrevistas ao final da formação de Arroio dos Ratos.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	<i>American Psychological Association</i>
CEP	Conselho de Ética em Pesquisa
CXL	<i>Concept Mapping Extensible Language</i>
EAD	Educação a Distância
IHMC	<i>Institute for Human & Machine Cognition</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OWL	Linguagem de Ontologia para Web
PICOC	<i>Population, Intervention, Comparison, Outcome and Context</i>
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PPI	Projeto Pedagógico Institucional
QAT	Questionário de Aceitação Tecnológica
RSL	Revisão sistemática de literatura
RSMC	Rede Semântica de Mapas Conceituais
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SEMAP	Do inglês, <i>Semantic Maps</i> (Mapas Semânticos)
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCUD	Termo de Compromisso de Utilização de Dados
ZDP	Zonas de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivo Geral.....	24
1.2 Objetivos Específicos.....	24
1.3 Questão de Pesquisa.....	24
1.4 Estrutura da Tese.....	27
2. REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1 Princípios Importantes da Psicologia para o Ensino e a Aprendizagem.....	29
2.2 Redes Semânticas.....	32
2.3 Conceitos, Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa	35
2.3.1 Definições e Aplicabilidades dos Mapas Conceituais	36
2.3.2 Processos de Construção e Refinamento de Mapas Conceituais	39
2.3.3 Abordagens Pedagógicas Sociointeracionistas	40
2.3.4 Outras Abordagens Pedagógicas de Uso dos Mapas Conceituais	44
2.3.5 Topologias e Classificação Qualitativa de Mapas Conceituais	44
2.3.6 Métricas de Mapas Conceituais	45
2.3.7 Métricas de Textos Dissertativos	52
2.4 Relações Semânticas Lexicais e Ontologias Computacionais	55
2.4.1 Desambiguação de Significados	57
2.4.2 Ontologias Computacionais	60
2.5 Debate de Teses	61
2.6 Fóruns de Discussão e Chats Educacionais	62
2.7 Tecnologias Assistivas em Ferramentas Educacionais.....	62
2.8 Epistemologia de uma RSMC Institucional.....	63
2.8.1 Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integradora e Pensamento Complexo..	65
2.9 Considerações Finais sobre o Capítulo	66
3. TRABALHOS RELACIONADOS	68
3.1 Materiais	68
3.2 Métodos.....	69
3.3 Detalhamento da Condução	72
3.5 Resultados Bibliográficos e Análises Bibliométricas	77

3.5.1 Trabalhos Relacionados	78
3.5.2 Palavras-Chave Mais Frequentes	80
3.5.3 Produção Científica Anual	81
3.5.4 Instituições Mais Relevantes.....	82
3.5.5 Contribuição Científica por País	82
3.5.6 Tratamentos para desambiguação de conceitos em redes semântica (Q2)	83
3.5.7 Conceito de rede semântica de mapas conceituais (Q3).....	83
3.5 Conclusão da Revisão	83
4. MATERIAIS E MÉTODOS	86
4.1 Materiais	86
4.2 Métodos.....	88
4.2.1 Natureza e Objetivo de Pesquisa.....	88
4.2.3 Coleta e Análise de Dados	93
4.2.3 Procedimentos Metodológicos de Desenvolvimento e Validação Pedagógica	94
4.2.4 Ontologia SEMAP	94
4.2.5 Protótipo Funcional.....	98
4.2.6 Produto Viável Mínimo (PVM)	99
4.2.7 Versão Inicial da Vidya Network	102
4.2.8 Diferenciais Pedagógicos da Vidya Network	104
4.2.9 Estudos de Campo.....	105
5. VALIDAÇÕES PEDAGÓGICAS	106
5.1 Rede Municipal de Ensino de Arroio dos Ratos/RS.....	107
5.1.1 Materiais e Métodos.....	110
5.1.2 Perfil dos Professores Cursistas	111
5.1.3 Primeiro Encontro	111
5.1.4 Segundo Encontro 2.....	113
5.1.5 Terceiro Encontro	116
5.1.6 Feedback da Coordenação Pedagógica da SMED	120
5.1.7 Considerações Finais da Pesquisa de Campo	122
5.2 Tecnologia Assistiva para Deficientes Visuais – IFAM/AM	122
5.2.1 Metodologia do Estudo de Campo.....	124
5.2.2 Aplicação e Análise do Estudo	125
5.2.3. Criação e Avaliação dos Mapas Conceituais em Laboratório de Informática.....	127

5.2.4	Análise dos Resultados	127
5.2.5	Considerações Finais da Pesquisa de Campo	131
5.3	Turma de Biologia – Veranópolis (RS)	131
5.4	Docência com IA – PPGIE/UFRGS – Porto Alegre (RS)	134
5.5	Faculdades Dom Bosco – Porto Alegre (RS)	135
5.6	Chatbot Magneton – IFSC	139
5.6.1	Planejamento do Estudo.....	140
5.6.2	Preparação dos Alunos.....	142
5.6.3	Pré-teste.....	143
5.6.3	Evolução Quali-quantitativa dos Mapas Conceituais.....	143
5.6.4	<i>Feedback</i> dos Alunos	146
5.6.5	<i>Feedback</i> da Pesquisadora do Magneton.....	149
5.7	Fechamento das Validações Pedagógicas	150
6.	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	153
	REFERÊNCIAS.....	154
	ANEXO 1 – TUTORIAIS DA VIDYA NETWORK.....	166
	ANEXO 2 – ADMINISTRAÇÃO DA VIDYA NETWORK	167
	ANEXO 3 – REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RCLE) ...	168
	ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO ONLINE ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 1.....	170
	Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.....	170
	Seção 2 – Avaliação dos Tutoriais.....	170
	Seção 3 – Redes Semânticas de Mapas Conceituais.....	170
	Seção 4 – Redes Semânticas de Mapas Conceituais em Grupos e Turmas	171
	Seção 5 – Acessibilidade e Mobilidade	171
	Seção 6 – Finalização.....	172
	ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO ONLINE ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 2.....	173
	Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.....	173
	Seção 2 – Perfil do Professor	173
	Seção 3 – Reavaliação dos Tutoriais	174
	Seção 4 – Finalização.....	174
	ANEXO 6 – ENTREVISTAS EM ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 3	175
	ANEXO 7 – QUESTIONÁRIO ONLINE IFAM.....	176
	Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.....	176

Seção 2 – Avaliação dos Tutoriais.....	176
ANEXO 8 – QUESTIONÁRIO DOCÊNCIA COM IA – PPGIE/UFRGS.....	177
Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.....	177
Seção 2 – Autoavaliação de Conhecimentos	177
Seção 3 – Crenças	178
ANEXO 9 – QUESTIONÁRIO VIDYA NETWORK/MAGNETON IFSC	180
Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3, mais a seguinte questão complementar.	180
Seção 2 – Sobre o Magneton	180
Seção 3 – Sobre a Vidya Network	182

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do pensamento e da linguagem são importantes não somente em relação às letras, mas para qualquer área do conhecimento. Afirmando que “todas as matérias são línguas”, Enkvist (2020, p. 159) entende que a parte mais importante do desenvolvimento da linguagem se dá durante o seu uso em outras matérias, à medida que os estudantes se debruçam sobre suas tarefas escolares e leituras que realizam durante seus tempos de ócio. Cada matéria é um mundo, um “país” com sua própria “língua estrangeira”. O aluno deve decodificar a nova linguagem e a maneira de pensar desse “país estrangeiro” dominando essa nova língua e ampliando sua língua materna. Tais afirmações justificam a necessidade dos alunos aprofundarem seus conhecimentos conceituais dentro do vocabulário e do domínio de conhecimento de cada disciplina, de cada conteúdo, desenvolvendo, preferencialmente, associações entre esses domínios, formando visões interdisciplinares.

O desenvolvimento linguístico-cognitivo envolve a capacidade de organizar símbolos em estruturas válidas, conforme regras sintáticas preestabelecidas. Entrando na esfera semântica, precisamos ter a capacidade de interpretar o significado de expressões cuja sintaxe seja reconhecida e, na pragmática, buscamos compreensão dessas significações considerando contextos, intenções, vieses, inferências e pressupostos em interações comunicativas (Cruse, 2006, 1986).

Vejam os casos da matemática moderna, que organiza seus símbolos em torno da Teoria dos Conjuntos, a qual fornece uma base formal para a álgebra, as análises, a topologia e a lógica. Sistematizada por George Cantor no século XIX, não é a única proposta de base matemática existente. Podemos, por exemplo, utilizar a Teoria das Categorias, anteriormente considerado um abstrato mais teórico da matemática, para descrever modelos categóricos para computação quântica (Rennela e Staton, 2020; Menezes e Hausler, 2008). Seja nas letras, na matemática ou em qualquer outra área de conhecimento, podemos interpretar textos ou outros símbolos e unidades de sentido sem desenvolvermos nossas capacidades semânticas? Somos capazes de interpretar fenômenos humanos sem desenvolver capacidades pragmáticas?

Percebem-se, portanto, necessidades de desenvolver o pensamento e a linguagem nos temas centrais das avaliações PISA¹ – competências em leitura, matemática e ciências – e nas

¹ O Exame PISA (*Programme for International Student Assessment*) é uma avaliação internacional conduzida pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Ele é aplicado a estudantes de 15

demais áreas de conhecimento trabalhadas nas escolas, para que os aprendizes consigam observar, interpretar e atuar em seus contornos durante a vida.

Quando essas capacidades estão desenvolvidas menos do que o necessário, quais são as causas? Como combatê-las? Botirovna (2022) destaca a importância de escrever sobre o que se lê para desenvolver capacidades de pensamento crítico: “Faça anotações. Encontre ideias gerais e destaque-as, anote as ideias no texto (tradução livre).” Cada modo de organização textual – narrativo, descritivo, expositivo, dissertativo, argumentativo, injuntivo, instrucional – tem uma forma e uma função que o determina e lhe dá uma esfera de circulação (Marcuschi, 2008). O modo de organização textual que se sugere utilizar na Vidya Network em conjunto com os mapas conceituais e as relações semânticas lexicais é o texto dissertativo, visto que, em âmbito escolar, depara-se frequentemente com textos dissertativos com características expositivas, que visam comunicar fatos ou ideias (Bigolin, 2023). Todavia, ressalta-se que demais modos podem ser empregados em atividades no ensino formal em acordo com a avaliação discricionária do professor responsável pela atividade.

Igualmente importante é evitar a aprendizagem mecânica, de curto prazo. Uma abordagem para aumentar a aquisição consciente de conhecimentos é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1962), que sugere utilizar técnicas pedagógicas que promovam a associação de novos conhecimentos a ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominadas *subsunoções*². Ao promover tais associações, as assimilações tendem a ser mais arraçadas, não literais, não arbitrárias e, portanto, mais significativas para o aprendiz. Uma técnica que auxilia nesse propósito são os mapas conceituais, diagramas que representam relações hierárquicas entre conceitos pertencentes a um determinado domínio de conhecimento (Moreira, 2016).

A compreensão do significado das palavras em cada contexto é outra habilidade necessária, tanto em termos semânticos como na esfera pragmática. Exemplificando, podemos nos perguntar, ao ler um texto, qual seria o oposto de resiliência? Ou que termo seria semelhante, mas não com o mesmo sentido? Que ideia engloba a resiliência e outros termos do contexto expresso no texto que estou lendo? Tais perguntas envolvem a identificação de

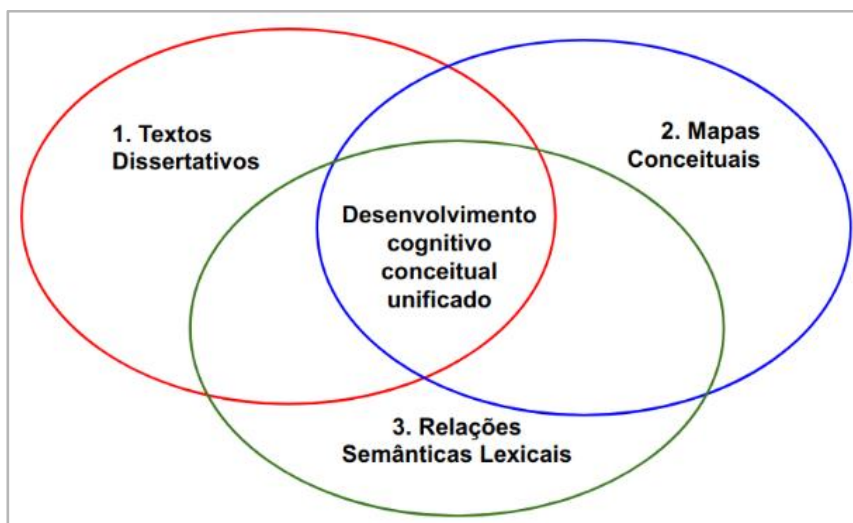
anos de idade em diversos países para avaliar o desempenho em leitura, matemática e ciências. O objetivo do PISA é fornecer dados comparativos sobre o desempenho educacional dos países participantes, identificar tendências ao longo do tempo e oferecer *insights* sobre práticas educacionais eficazes. Os resultados do PISA são amplamente utilizados por governos, formuladores de políticas e educadores para orientar reformas e melhorias no sistema educacional.

² O vocábulo *subsunoção* vem do inglês *subsuming* (subordinação).

relações semânticas lexicais³, tais como aproximação semântica (similaridade, sinonímia, identidade), afastamento semântico (oposição gradual, antonímia), categorização (hiperonímia, hiponímia), composição (holonímia, meronímia) e tradução (Cruse, 2006 1986; Oliveira, 2002).

Neste texto, será tratada uma abordagem para lidar como desenvolvimento do pensamento e da linguagem unificando essas três técnicas cognitivas, considerando que os textos ajudam a fixar a compreensão, os mapas conceituais ajudam a compreender relações conceituais e as relações semânticas lexicais expandem essas relações até o limite que o aprendiz quiser explorar. Essa forma unificada de tratar o desenvolvimento cognitivo está representada na Figura 1.

Figura 1 – Desenvolvimento cognitivo conceitual unificado, tratando das áreas do pensamento e da linguagem.



Fonte: O autor.

Analisemos, agora, uma preocupação contemporânea da Unesco (2022, p. 46-58), que é o desenvolvimento de pedagogias de cooperação e solidariedade:

A educação genuína deve engajar os propósitos e as energias daqueles que estão sendo educados. Para garantir esse engajamento, os professores devem construir relacionamentos de cuidado e de confiança e, dentro desses relacionamentos, estudantes e professores constroem objetivos educacionais de maneira cooperativa (Unesco, 2022, p. 46 *apud* Noddings, 2018).

³ As referidas relações semânticas lexicais são detalhadas na seção 2 do referencial teórico.

Desde Vigotski (2014), passando por Johnson e Johnson (1999) e outros teóricos, existe um chamado para a formação de um novo contrato social para a educação, estando a pedagogia fundamentada na cooperação e na solidariedade, construindo as capacidades de estudantes e professores para trabalharem juntos em confiança para transformar o mundo (Unesco, 2022, p. 48). A ciência da Informática na Educação deve buscar, portanto, formas de apoiar professores e alunos a construírem conhecimentos juntos, utilizando-se de técnicas colaborativas ou cooperativas⁴, conforme as necessidades pedagógicas assim favorecerem.

Outro ponto de observação na Informática na Educação é o das tecnologias assistivas. Deve-se promover políticas de inclusão na qual pessoas com alguma necessidade especial possam trabalhar, tanto quanto possível, com os demais colegas, sem demandar atividades pedagógicas separadas. Exemplificando, é interessante um professor poder trabalhar com seus alunos com mapas conceituais, sendo eles videntes, deficientes visuais, neurotípicos, autistas (Bastos, 2024), com ou sem dificuldades motoras. Trata-se de uma abordagem pedagógica de interesse no que se refere ao planejamento pedagógico, à integração e à diminuição de fronteiras entre o que entendemos como “normal” ou “diferente”:

Foi possível detectar e analisar, também, as contradições existentes entre o paradigma educacional tradicional hegemônico nas escolas e os princípios da Educação Inclusiva, contradições essas percebidas como desestruturadoras dos processos de apropriação e uso da Tecnologia Assistiva por essas escolas [...] Além da importância dos recursos telemáticos para o desenvolvimento de projetos educacionais, que enfatizem e apostem na iniciativa e na criatividade do aprendiz, percebido como sujeito na construção e produção de conhecimentos, e para a mudança do modelo tradicional de educação, rumo a um novo paradigma convergente com as necessidades da sociedade contemporânea e com os princípios da Educação Inclusiva, e em direção a uma necessária redescoberta do papel social da escola (Galvão Filho, 2009, p. 35-36).

No intuito de buscar uma solução arquitetural para apoiar o mencionado desenvolvimento unificado do pensamento e da linguagem promovendo a aprendizagem significativa com capacidade de realizar práticas pedagógicas sociointerativas, inclusivas e contemporâneas, surgiu um primeiro *insight* de solução para esse problema na forma de uma rede semântica multi-inquilinos⁵, na qual:

⁴ Uma distinção entre essas técnicas é oferecida na fundamentação teórica.

⁵ O termo multi-inquilinos (ou *multi-tenant*, em inglês) é utilizado na computação para descrever uma arquitetura de software na qual um único aplicativo ou sistema é usado por múltiplos clientes, chamados inquilinos. No contexto desta pesquisa, os inquilinos são aprendizes.

- a) cada aprendiz é capaz de criar sua rede particular de significados composta por textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais identificadas;
- b) designa-se o contexto de cada conjunto de textos/mapas conceituais/relações semânticas, visto que o significado de um conceito depende do contexto no qual ele está inserido;
- c) pode-se compartilhar para visualização, duplicação e especialização esses materiais, formando uma rede de colaboração; e
- d) tecnologias assistivas são planejadas desde suas etapas iniciais de concepção.

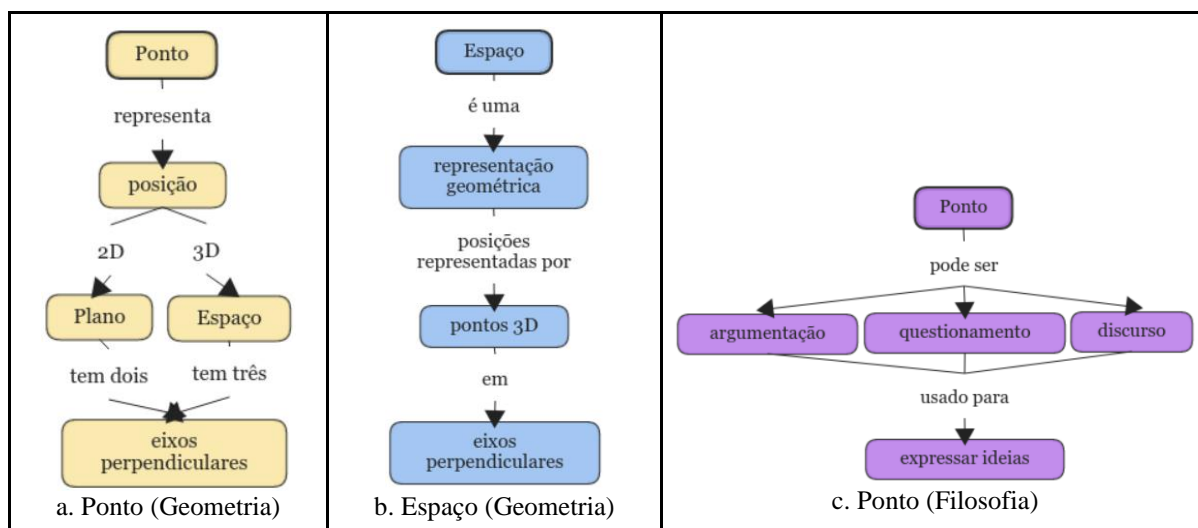
A essa ideia, com base na teoria dos grafos, define-se **Rede Semântica de Mapas Conceituais (RSMC)** como um tipo particular de rede semântica na qual um conjunto de mapas conceituais forma uma Rede Interdisciplinar de Conhecimentos, sendo que:

- a) os nodos (vértices) representam conceitos pertencentes aos mapas conceituais;
- b) as arestas (arcos) representam associações entre conceitos em um mesmo mapa conceitual (associações internas) ou entre diferentes mapas conceituais (associações externas).

Uma RSMC pode ser monoinquilino ou multi-inquilinos. Quando multi-inquilinos, como no caso do Vidya Network, sendo os criadores dos mapas conceituais convidados a compartilhá-los, formam uma Rede Interdisciplinar e Colaborativa de Conhecimentos.

Suponha que um aluno esteja estudando geometria e comece a criar dois mapas conceituais: um sobre Ponto (Figura 2.a) e outro sobre Espaço (Figura 2.b). No período seguinte, ele estuda Filosofia e constrói um mapa conceitual sobre a noção de Ponto (Figura 2.c). A partir da criação destes poucos mapas já é possível identificar diferentes relações semânticas. Ponto (Geometria) refere-se ao Espaço (Geometria) como um conceito, estabelecendo uma relação de holonímia e meronímia. Ponto (Geometria) e Espaço (Geometria) têm um conceito em comum, os “eixos perpendiculares”. Ponto (Geometria) é homônimo de Ponto (Filosofia). Dessa forma, estudando Geometria, Filosofia ou qualquer outra disciplina, o aluno poderá buscar relações semânticas e interdisciplinares entre conceitos (Grandi *et al.*, 2024a).

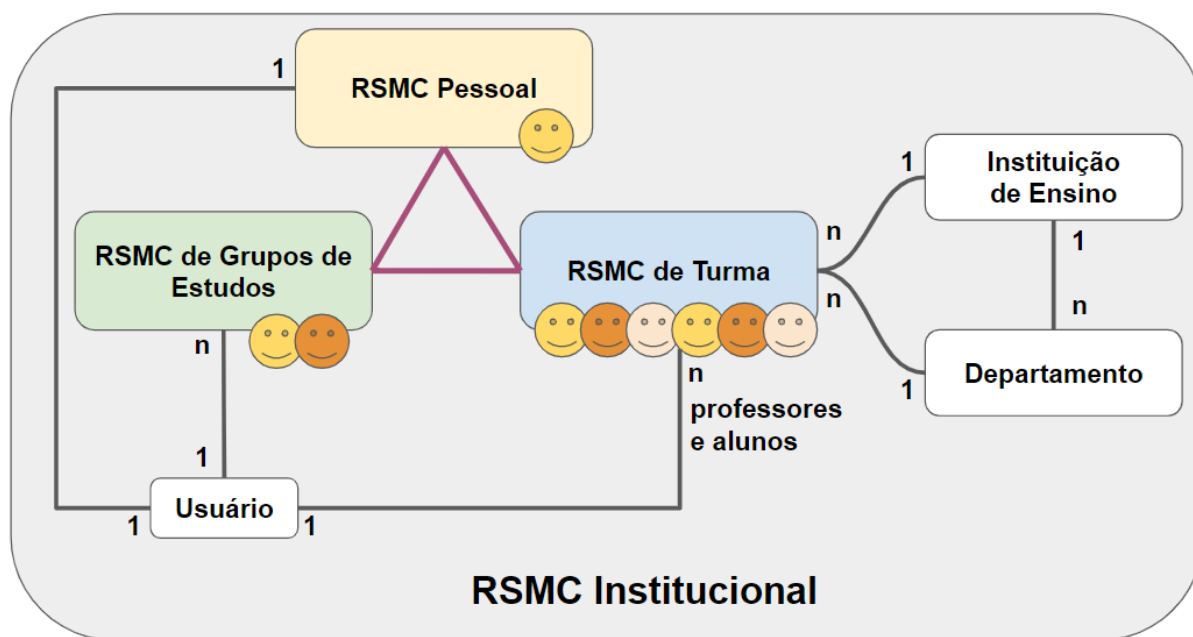
Figura 2 – Uma RSMC incipiente de um aprendiz.



Fonte: Adaptado de Grandi *et al.* (2024a).

Para o uso das RSMCs no ensino formal, foram adicionadas à ideia de RSMC multi-inquilinos estruturas de informação sobre instituições de ensino, departamentos, turmas e grupos de estudos, permitindo que mapas conceituais pertençam a alunos, professores ou a uma dessas estruturas coletivas. Esse tipo particular de RSMC multi-inquilinos foi denominado **RSMC Institucional**, cuja representação é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Uma RSMC Institucional, composta por pessoas, grupos de estudos e turmas.



Fonte: O autor.

1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa teve o objetivo de conceber a ferramenta educacional Vidya Network⁶, estruturando-a a partir do conceito de RSMC Institucional, e validá-la em relação a capacidades de apoio ao desenvolvimento do pensamento e da linguagem e a aprendizagem significativa, em um ambiente computacional capaz de apoiar atividades pedagógicas sociointerativas.

1.2 Objetivos Específicos

1. Validar as capacidades da Vidya Network de:
 - a. apoiar práticas pedagógicas individuais, colaborativas e cooperativas;
 - b. apoiar as modalidades de ensino presencial, a distância e híbrida;
 - c. fornecer métricas e relatórios úteis a professores;
 - d. operar em telas tradicionais e táteis de diferentes tamanhos;
 - e. operar em diferentes idiomas e dialetos;
 - f. assistir, tanto quanto possível, a necessidades especiais.

1.3 Questão de Pesquisa

Para investigar as capacidades de apoio pedagógico da ferramenta educacional Vidya Network, que foi concebida a partir do conceito de RSMC Institucional, formulou-se a questão de pesquisa apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Questão de pesquisa.

A Vidya Network é capaz de apoiar práticas pedagógicas que almejem o desenvolvimento do pensamento e da linguagem e a aquisição significativa de conhecimentos através do desenvolvimento de textos, da criação de mapas conceituais e da identificação de relações semânticas lexicais, apoiando atividades sociointerativas contemporâneas e inclusivas?

- **Participantes:** professores e alunos do ensino formal, já alfabetizados, capazes de operar a ferramenta educacional em um computador ou em um dispositivo móvel, sendo que, para as relações semânticas lexicais, seus fundamentos já devem ter sido mediados.

⁶ Página inicial: <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br> . Acesso em 20 março 2024.

- **Intervenção:** apoio a atividades de mediação, de produção de trabalhos e de avaliação da aprendizagem.
- **Resultados esperados:**
 - a. apoio ao desenvolvimento cognitivo das áreas do pensamento e da linguagem.
 - b. apoio à aprendizagem significativa.
 - c. apoio a atividades pedagógicas sociointerativas com abordagens contemporâneas.
 - d. apoio a práticas pedagógicas inclusivas para deficientes visuais, autistas e pessoas com dificuldades de coordenação motora fina.

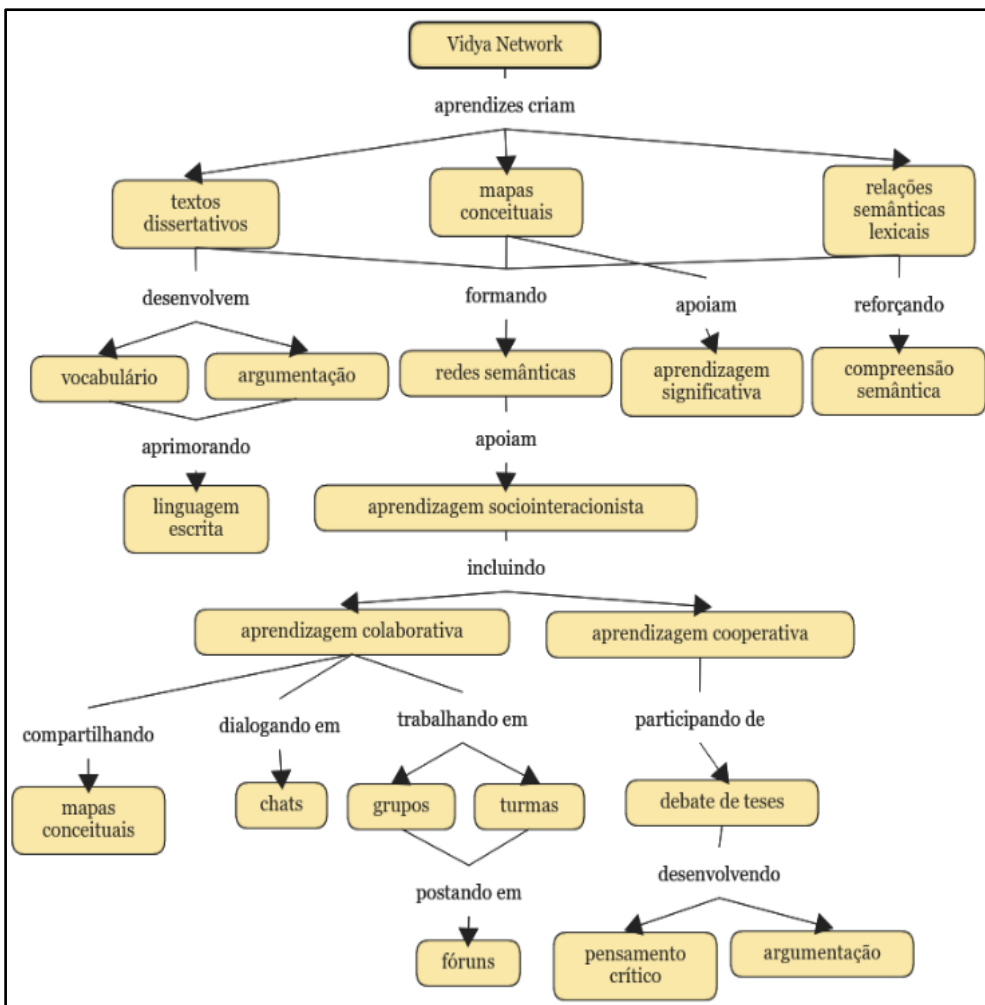
Fonte: O autor.

A Figura 4 apresenta um mapa conceitual que reúne conceitos-chave pedagógicos relacionados à Vidya Network, a ferramenta educacional que foi produzida a partir da questão de pesquisa (Grandi *et al.*, 2024b, 2022). A Vidya Network permite ao aprendiz criar textos dissertativos associados aos seus mapas conceituais. Através da escrita, exercita o vocabulário, reforça associações entre ideias e desenvolve a capacidade de argumentação em torno do domínio de conhecimento envolvido. Enkvist (2020, p. 69) entende que o ato de escrever reforça o pensamento e o fixa na memória, ajudando os alunos a criar imagens mentais rápidas para sua utilização em outras ocasiões. Realizada a mediação da aprendizagem pelo professor (que opcionalmente é acompanhada pelo desenvolvimento do texto dissertativo), cria-se e evolui o mapa conceitual desejado.

O professor pode sugerir também, como atividade de reforço semântico, que os alunos identifiquem relações semânticas lexicais em torno do tema do mapa que está sendo trabalhado. Essas atividades cognitivas integradas contribuem para a aprendizagem significativa do aprendiz, uma vez que reforçam associações entre conceitos prévios (subsunoeres) e conhecimentos novos que estão sendo adquiridos. O compartilhamento de mapas conceituais maduros, a participação em bate-papos⁷, fóruns e debates de tese desenvolvem habilidades e atitudes necessárias a boas práticas de aprendizagem colaborativa e de aprendizagem cooperativa, diferentes sabores da aprendizagem sociointeracionista.

Figura 4 – Mapa conceitual do conteúdo pedagógico da pesquisa.

⁷ Em inglês, *chats*.



Fonte: O autor

1.4 Estrutura da Tese

Esta tese foi estruturada em sete seções: 1) Introdução; 2) Referencial Teórico; 3) Revisão Sistemática da Literatura; 4) Materiais e Métodos; 5) Vidya Network; 6) Validações Pedagógicas e 7) Conclusões e Trabalhos Futuros. Após, são listadas as referências bibliográficas utilizadas e apresentados dois anexos: um sobre os tutoriais e outro sobre as ferramentas administrativas da Vidya Network. O Quadro 2 apresenta um resumo das seções mencionadas.

Quadro 2 – Estrutura da tese.

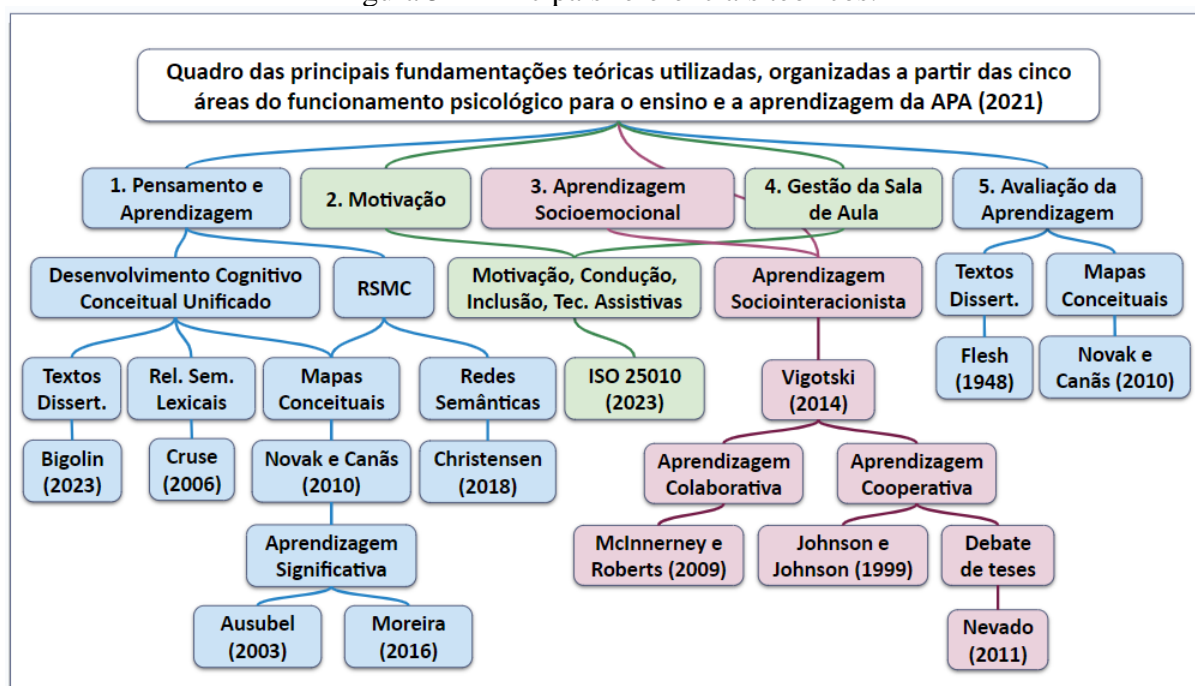
Seção	Conteúdo
1. Introdução	Situação problemática, questão de pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos, estrutura da tese.
2. Referencial Teórica	Referências teóricas que fundamentam a tese: redes semânticas, mapas conceituais, relações semânticas lexicais e epistemologia.
3. Revisão Sistemática da Literatura (RSL)	Materiais: ferramentas utilizadas para realizar a RSL. Métodos: procedimentos metodológicos utilizados para realizar a RSL. Detalhamento da condução. Resultados bibliográficos e análises bibliométricas.
4. Materiais e Métodos	Materiais: ferramentas utilizadas nos desenvolvimentos e entregas de artefatos. Métodos: procedimentos metodológicos utilizados: 1) no desenvolvimento da ferramenta educacional 2) na condução de investigação de apoio pedagógico pela ferramenta educacional.
5. Vidya Network	Ontologia SEMAP (formalismo semântico do conceito de RSMC) Vidya Network: ferramenta educacional baseada em RSMCs institucionais.
6. Validações Pedagógicas	Relatos de cursos a docentes e de pesquisas-ações para validações pedagógicas.
7. Conclusões e Trabalhos Futuros	Conclusões da tese. Trabalhos futuros sugeridos e em desenvolvimento.
Referências	Lista de referências bibliográficas utilizadas na tese.
Anexos	Tutoriais da Vidya Network. Ferramentas administrativas da Vidya Network.

Fonte: O autor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As principais referências teóricas desta pesquisa foram organizadas a partir das cinco áreas de funcionamento psicológico elencadas pela Comissão Profissional para a Psicologia nas Escolas e na Educação da *American Psychological Association* (2021, 2015): 1) Pensamento e Aprendizagem; 2) Motivação; 3) Aprendizagem Socioemocional; 4) Gestão de Sala de Aula e; 5) Avaliação da Aprendizagem. Um quadro dessas referências a partir da APA é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Principais referenciais teóricos.



Fonte: O autor.

Esta seção inicia apresentando os princípios importantes da Psicologia para o ensino e a aprendizagem conforme a APA. O subtópico seguinte discorre sobre diferentes modelos e aplicabilidades de redes semânticas. Em seguida, são apresentadas definições, processos de criação, topologias, abordagens pedagógicas e métricas relacionadas a mapas conceituais, relacionando-os à aprendizagem significativa. Analisam-se, então, características da SemNet, principal trabalho relacionado a este estudo em termos arquitetônicos. Seguem definições e classificações das relações semânticas lexicais selecionadas, tratamentos de ambiguidades e uma breve apresentação das ontologias computacionais. O próximo subtópico é relacionado a ferramentas especialmente úteis na educação a distância, que são os fóruns de discussão e os *chats* para fins educacionais. Finalizando, são apresentadas relações estruturais entre a arquitetura multi-inquilinos das RSMCs Institucionais, utilizadas na Vidya Network, o

princípio da unidade na multiplicidade (*unitas multiplex*) de Morin e os processos de diferenciação e reconciliação de mapas conceituais.

2.1 Princípios Importantes da Psicologia para o Ensino e a Aprendizagem

Mapear os fatores psicológicos que influenciam o ensino e a aprendizagem não é uma tarefa trivial. Todavia, a Comissão Profissional para a Psicologia nas Escolas e na Educação da APA (2021, 2015) aceitou esse desafio ao elaborar um relatório metodicamente construído a partir de um processo Delphi modificado⁸ para estabelecer o que considerou os 20 princípios mais importantes da psicologia para o ensino e a aprendizagem de estudantes da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio. Esses princípios foram, então, organizados nas cinco áreas de funcionamento psicológico citadas no preâmbulo deste capítulo.

A primeira área, do Pensamento e da Aprendizagem, reúne princípios relacionados ao entendimento de como os estudantes pensam e aprendem. Um desses princípios é do que crenças ou percepções do estudante sobre inteligência e capacidade afetam o seu funcionamento cognitivo e aprendizagem. Sugere-se a professores estimular as crenças de seus estudantes de que suas inteligências e capacidades podem ser desenvolvidas através do esforço, experiências e aplicação de diferentes estratégias. O segundo princípio, de que o que os estudantes já sabem afeta a aprendizagem, corrobora com as recomendações de Ausubel (2003) de acionar, sempre que possível, subsunçores presentes em suas estruturas cognitivas. O terceiro princípio, de que o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e a aprendizagem não estão limitados por estágios gerais de desenvolvimento, é um alerta de que os estudantes são capazes de pensar e se comportar em um nível mais elevado quando existe alguma base biológica capaz de gerar o conhecimento a respeito do tema, eles interagem com outras pessoas mais capazes ou materiais desafiadores ou interagem em contextos socioculturais com os quais eles estão familiarizados através de experiência.

O quarto princípio remete a uma questão semântica fundamental: a de que a aprendizagem depende fortemente de contextos. Geralmente, a aprendizagem em novos contextos necessita ser facilitada, na direção da contextualização. O quinto princípio reforça a

⁸ A técnica Delphi é uma maneira de obter um consenso de especialistas. Os especialistas participam anonimamente nessa técnica. O facilitador usa um questionário para solicitar ideias sobre o tema. As respostas são resumidas e redistribuídas aos especialistas para comentários adicionais. O consenso pode ser obtido após algumas rodadas desse processo. A técnica Delphi ajuda a reduzir a parcialidade nos dados e evita que alguém possa influenciar indevidamente o resultado (PMI, 2017 p. 324).

necessidade de exercitar os conhecimentos e habilidades adquiridos, visto que mantê-los em longo prazo depende enormemente da prática. Outro princípio refere-se à importância de dar *feedbacks* aos estudantes de maneira clara, esclarecedora e no momento oportuno. O sétimo princípio é o de que habilidades autorreguladoras, associadas a capacidades de controlar e regular as próprias emoções, pensamentos e comportamentos, em diferentes situações, ajudam no processo de aprendizagem e podem ser ensinadas aos estudantes. O princípio oitavo é o de que a criatividade dos estudantes pode ser estimulada, sugerindo a professores que admitam diferentes abordagens para que estudantes completem tarefas e resolvam problemas.

Entrando na segunda área, da Motivação, o nono princípio elencado trata da relação entre motivação e alcance de objetivos de aprendizagem. Na medida em que os estudantes desenvolvem mais competências, o conhecimento e as habilidades que foram desenvolvidas fornecem uma base para sustentar tarefas mais complexas, que passam a exigir menos esforço e se tornam mais agradáveis. No décimo princípio, a APA distingue metas de domínio e metas de desempenho, sugerindo que as metas de domínio podem ser motivadoras, enquanto metas de desempenho podem levar os estudantes a evitar desafios, focando seus esforços em atingir metas de desempenho em uma visão de curto prazo. O décimo primeiro princípio trata da percepção que os estudantes têm das expectativas dos professores, sugerindo aos docentes que conversem com seus alunos sobre as expectativas positivas que têm em relação a todos, evitando profecias negativas. O décimo segundo sugere que definir metas de curto prazo (proximais), específicas e moderadamente desafiadoras são mais motivadoras do que metas de longo prazo (distais), genéricas e excessivamente desafiadoras.

A terceira área, da Aprendizagem Socioemocional, trata da importância do contexto social, das relações interpessoais e do bem-estar emocional para os estudantes. O décimo terceiro princípio é o de que a aprendizagem está situada em contextos sociais múltiplos, sugerindo que professores estejam cientes da influência potencial do contexto social – família, bairro, comunidade, sociedade – sobre os estudantes. Quanto mais os professores sabem sobre os antecedentes culturais dos estudantes e como as diferenças de valores, crenças, linguagem e expectativas comportamentais podem influenciar o comportamento do estudante, incluindo dinâmicas interpessoais, melhor eles serão capazes de facilitar interações ensino-aprendizagem eficazes nas salas de aula.

Indo ao décimo quarto princípio de que as relações interpessoais e a comunicação são fundamentais no processo ensino-aprendizagem e no desenvolvimento socioemocional dos estudantes, recomenda-se um cuidado em estabelecer um ambiente seguro, tanto físico como

social, atentando-se para os aspectos culturais presentes, garantindo que todos compreendam o vocabulário adotado, os valores e normas preconizados fornecendo uma base para relacionamentos saudáveis entre professor, estudantes e colegas. O décimo quinto princípio afirma que o bem-estar emocional influencia o desempenho educacional, a aprendizagem e o desenvolvimento. Sendo assim, recomenda-se a professores que utilizem um vocabulário emocional, ajudando estudantes a nomear emoções (felicidade/tristeza, segurança/insegurança, etc.), ensinar estratégias de regulação emocional, tais como “pare e pense antes de agir” e respiração profunda, promovendo uma compreensão emocional dos outros com elementos de empatia e compaixão.

A quarta área trata da Gestão de Sala de Aula. O décimo sexto princípio afirma que as expectativas em relação à conduta em classe e à interação social são aprendidas e podem ser ensinadas usando princípios de comportamento comprovados e instruções eficazes em sala de aula. Sugere aos professores priorizar estratégias disciplinares proativas, que evitam problemas de comportamento, em relação a estratégias reativas, que tentam reduzir os problemas de comportamento depois de já terem ocorrido. No décimo sétimo princípio, afirma-se que uma condução eficaz da sala de aula baseia-se na capacidade do professor em definir e comunicar expectativas positivas, alimentar relacionamentos positivos consistentemente, e proporcionar apoio de alta qualidade ao estudante.

Na quinta e última área, da Avaliação da Aprendizagem, o décimo oitavo princípio declara que as avaliações somativas e formativas⁹ são úteis e importantes, mas requerem abordagens e interpretações diferentes. A utilização de avaliações formativas pode resultar em aumentos importantes na aprendizagem dos estudantes quando os professores informam claramente a finalidade de cada lição, usam as lições e outras experiências em sala de aula para reunir evidências sobre o aprendizado dos estudantes, quando usam essas evidências para ajudar e compreender o que os estudantes sabem e prontamente redirecionam os estudantes quando necessário.

O décimo nono princípio afirma que as habilidades, conhecimentos e competências dos estudantes são melhor medidos através de processos avaliativos fundamentados na ciência psicológica com padrões bem definidos para garantir qualidade e conformidade com as regras.

⁹ As avaliações somativas medem o aprendizado ao final de um período, geralmente com notas ou julgamentos finais, enquanto as avaliações formativas são contínuas e orientadas à melhoria do aprendizado durante o processo de ensino.

Por esse princípio, a validade de uma avaliação deve considerar quatro questões essenciais: 1) Quanto daquilo que você quer medir está realmente sendo medido? 2) Quanto daquilo que você mediu e na realidade não pretendia medir? 3) Quais são as consequências intencionais e não intencionais da avaliação? e 4) Quais evidências você tem para justificar suas respostas para as três primeiras perguntas?

O vigésimo e último princípio é o de que a análise dos dados de uma avaliação depende de uma interpretação clara, apropriada e justa. Em outras palavras, os resultados das avaliações devem ser usados para os objetivos específicos para os quais foram planejados.

Podemos perceber, do primeiro ao último princípio APA para o ensino e a aprendizagem, a importância do pensamento, da linguagem, da compreensão única de cada ser humano, da efetividade dos processos de comunicação e da observação de contextos para se desenvolver competências, conhecimentos e habilidades duradouras, mantendo os alunos motivados, em ambientes escolares positivos, agradáveis de conviver, que levem a resultados humanizadores.

2.2 Redes Semânticas

Genericamente, uma rede pode ser definida como um conjunto de entidades – seja de natureza física ou virtual – conectadas entre si. A teoria dos grafos fornece uma definição matemática de uma rede, composta por nodos (os vértices da rede) e as arestas (os arcos ou as ligações dos nodos). Uma rede semântica pode ser definida como um grafo no qual os nodos representam conceitos e, as arestas, associações entre eles, sendo que essas associações conceituais são capazes de produzir significados (Christensen *et al.*, 2018, p. 481).

Pesquisas sobre redes semânticas em ambientes computacionais iniciaram com estudos de Quillian (1967) sobre memórias semânticas, um tipo de memória de múltiplos domínios de conhecimento, de longo prazo, que armazena informações, estabelece relações entre elas, interpreta e categoriza significados. Ele propôs um modelo de organização de informações semânticas no qual cada palavra é armazenada associada a um conjunto de ponteiros para outras palavras.

Sucedendo Quillian, muitas outras pesquisas com diferentes modelagens e aplicações das redes semânticas foram sendo realizadas por diversas áreas de conhecimento, incluindo:

- **Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Semiótica:** Redes semânticas podem ser utilizadas em PLN para interpretar o significado de palavras em textos, aprimorar algoritmos de tradução, realizar análises de sentimentos e outras tarefas relacionadas ao processamento de textos (Caseli *et al.*, 2022; Olteanu *et al.*, 2019).
- **Inteligência Artificial (IA) e Aprendizagem de Máquina:** Na inteligência artificial, as redes semânticas são usadas para representar conhecimento, permitindo que sistemas inteligentes tomem decisões com base em informações semânticas. Algoritmos de aprendizado de máquina também podem se beneficiar de representações semânticas para tarefas como classificação e reconhecimento de padrões (Godinho e Amaral, 2021).
- **Chatbots generativos:** *Chatbots* generativos são produtos de pesquisas em IA, Aprendizagem de Máquina, PLN e Semiótica. Treinados por recursos de alta dimensão¹⁰, têm capacidade de gerar respostas contextualizadas em variadas conversas, utilizando modelos largos de linguagem¹¹ para compreender entradas (ou perguntas) e respondê-las, tanto quanto possível, de forma semelhante à linguagem humana. Após os seus treinamentos, os *chatbots* generativos utilizam redes semânticas para armazenar informações sobre o significado dos textos e representar conhecimentos (Ghandi *et al.*, 2022).
- **Semântica de Frames (Semântica FrameNet):** A semântica de frames é uma abordagem de PLN que se concentra na identificação de quadros semânticos em textos, oferecendo uma estrutura teórica que enriquece a compreensão semântica que tornando possível uma interpretação mais precisa e contextualizada da linguagem natural. Desenvolvida por Fillmore (1982) como uma teoria do significado linguístico em enciclopédias, sua ideia básica é a de que o significado de uma palavra não pode ser compreendido sem entender o conhecimento essencial, contextual, que se relaciona a essa palavra. Exemplificando, não se pode compreender o significado da palavra “reciclar” sem conhecer o que está sendo reciclado, que a reciclagem implica a transformação de um objeto ou ente que seria desperdiçado em um material ou produto de potencial utilidade. Atualmente, a semântica de frames comunica-se com a

¹⁰ Os recursos de alta dimensão utilizados por *chatbots* generativos incluem bilhões ou trilhões de parâmetros derivados de uma ampla variedade de textos disponíveis na internet, incluindo livros, artigos, sites, fóruns, enciclopédias e outros tipos de conteúdo textual.

¹¹ Em inglês, *Large Language Models (LLMs)*.

linguística computacional, a IA e com a semântica cognitiva, incluindo aplicações envolvendo PLN e estruturação de dicionários (Chishman, 2016).

- **Sistemas de Recomendação:** Redes semânticas podem ser usadas por sistemas de recomendação de produtos, serviços e conteúdos para entender as preferências dos usuários e a natureza dos itens a serem recomendados, melhorando assim a precisão das recomendações (Souza, 2021).
- **Web Semântica:** A *web* semântica utiliza padrões semânticos para organizar e estruturar informações na *web*, tornando-as compreensíveis tanto para humanos quanto para computadores. As redes semânticas são fundamentais para estruturar os padrões semânticos e relacioná-los a informações disponibilizadas na *web* (Seeliger *et al.*, 2019).
- **Biociotecnologia:** Na biociotecnologia, redes semânticas são usadas para modelar e entender, entre outros tópicos, as interações entre proteínas, genes e outras entidades biológicas. Elas são úteis para analisar grandes conjuntos de dados biológicos (Li, 2020).
- **Ontologias e Representações de Conhecimentos:** As redes semânticas são usadas para criar ontologias e representar conhecimento em sistemas de gerenciamento de conhecimento corporativo, facilitando a organização e recuperação de informações. (Han *et al.*, 2022).

Por sua natureza interdisciplinar, aplicabilidade de seus modelos e, conseqüentemente, sua capacidade de geração de produtos e serviços úteis à sociedade, vê-se uma permanência de interesse acadêmico em relação às redes semânticas.

2.3 Conceitos, Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa

Ausubel (2003, p. 3) define conceitos como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo. Ressalta que os conceitos constituem um aspecto importante da Teoria da Assimilação, pois a compreensão e a solução significativa de problemas dependem amplamente da disponibilidade de conceitos subordinantes e subordinados na estrutura cognitiva do aprendiz. Os seres humanos interpretam experiências perceptuais em termos de conceitos, constituindo-se em alicerces para o aprendizado. As abstrações conceituais agrupam atributos comuns que formam categorias de objetos, acontecimentos e fenômenos, sendo que os entes categorizados possuem, também, características particulares que possibilitam distinguir os membros de uma mesma categoria.

Os mapas conceituais, diagramas hierárquicos que representam domínios de conhecimentos através de associações entre conceitos, surgiram a partir de um estudo longitudinal¹² de 12 anos, coordenado por Joseph Novak¹³, que buscava uma alternativa qualificada para substituir as avaliações somativas¹⁴ como o principal instrumento de avaliação da aprendizagem de ciências. Esse estudo foi norteado pelo princípio ausubeliano de que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece (Novak e Musonda, 1991). Ausubel (2003, 1968) enfatizou a importância dos professores observarem esse princípio em suas práticas pedagógicas.

Esse estudo longitudinal coordenado por Novak iniciou com alunos de 6 a 8 anos em 1972. Após essas primeiras intervenções, que serviram de estudo piloto, as pesquisas foram sendo estendidas a todo ensino fundamental, médio e superior. Coetaneamente, redes locais de computadores começaram a ser usadas para apoiar o ensino formal. Dada a natureza evolutiva dos mapas conceituais, em processos de criação, refinamento e atualização, Novak e Cañas (um de seus principais parceiros de estudos) perceberam a utilidade do apoio computacional para esses processos:

¹² Um estudo no qual uma unidade amostral é submetida à coleta de dados mais de uma vez, o que permite realizar uma pesquisa mais abrangente, na medida em que gera uma ampla gama de resultados e possibilita compreender o fenômeno em seu processo e não apenas em seus resultados (Danza, 2019).

¹³ Novak é bacharel em ciências, matemática e biologia, mestre em educação.

¹⁴ A avaliação somativa é um tipo de avaliação educacional realizada ao final de um período escolar para avaliar o desempenho dos alunos em relação a objetivos de aprendizagem estabelecidos.

É importante saber que um mapa conceitual nunca está finalizado. Uma vez concluído o mapa preliminar, é sempre necessário revisá-lo. Outros conceitos podem ser adicionados. Bons mapas geralmente resultam de três ou mais versões. Esse é outro motivo que torna útil a utilização de um programa de computador (Novak e Cañas, 2010, p. 16-17).

Percebe-se, portanto, a utilidade dos computadores em processos educacionais que envolvem a criação e a evolução dos mapas conceituais desde os primórdios da computação pessoal.

2.3.1 Definições e Aplicabilidades dos Mapas Conceituais

Um mapa conceitual é um diagrama que representa associações hierárquicas entre conceitos pertencentes a um determinado domínio de conhecimento, sendo relevante que essas associações sejam estabelecidas através de frases de ligação coerentes. Mapas conceituais costumam ser bastante utilizados em estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa e, também, para a finalidade original para a qual foram concebidos: como um método de avaliação da aprendizagem (Moreira, 2016, Novak e Cañas, 2010). Em pesquisas, podem ser usados para integrar os principais conceitos de revisões sistemáticas da literatura, como ocorrem em teses de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Ginecologia e Obstetrícia¹⁵ (PPGGO) da UFRGS (Santos, 2022; Faleiro, 2022; Abboud, 2020).

Na Figura 6, elaborada por Novak e Musonda (1991), observamos algumas das principais características estruturais dos mapas conceituais e efeitos cognitivos almejados no âmbito da aprendizagem significativa:

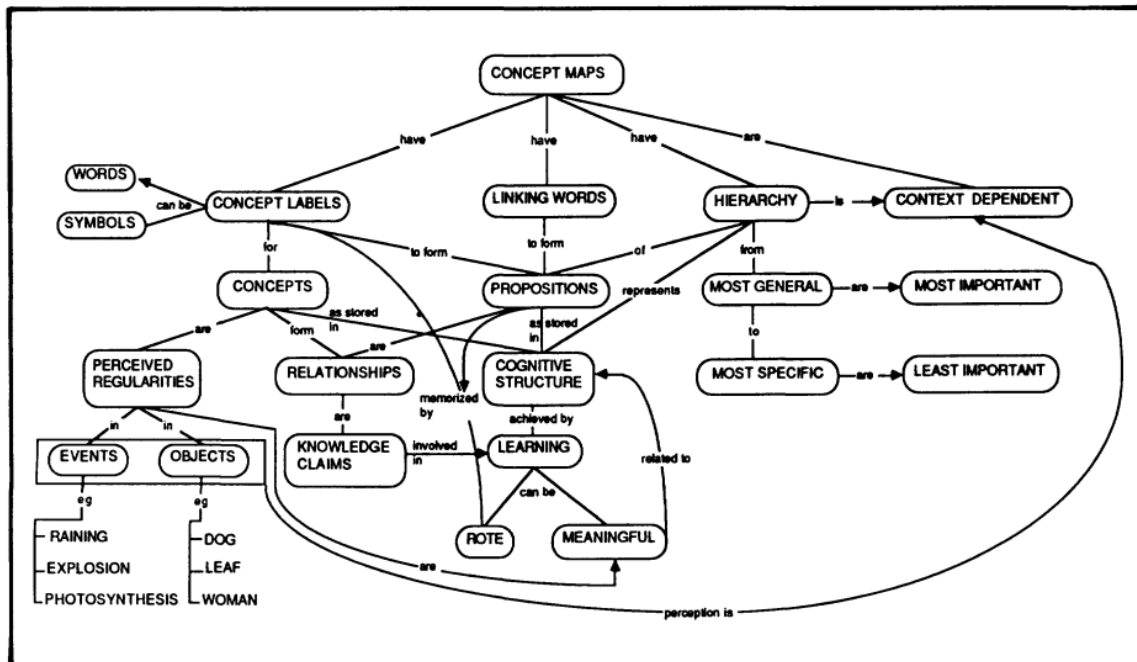
1. mapas conceituais são hierarquicamente formados por conceitos identificados por rótulos (ou etiquetas) associados por palavras (ou frases) de ligação;
2. a hierarquização inicia no conceito mais genérico¹⁶ (mais importante) e finaliza nos mais específicos (menos importantes), considerando-se o domínio de conhecimento especificado; e
3. as associações entre conceitos por meio de frases de ligação formam proposições lógicas que refletem ideias armazenadas nas estruturas cognitivas dos construtores do mapa.

¹⁵ Página principal: <https://www.ufrgs.br/ppggo>. Consulta em: 16 março 2023.

¹⁶ Geralmente, os mapas conceituais apresentam um conceito único (o mais genérico) no topo de sua hierarquia.

É importante ressaltar que tanto elaboradores experientes de mapas conceituais como pesquisadores concordam que o aspecto mais desafiador e difícil da criação de um mapa conceitual é a elaboração das proposições lógicas, isto é: determinar quais frases de ligação demonstram, claramente, os relacionamentos conceituais (Novak e Cañas, 2010, p. 20).

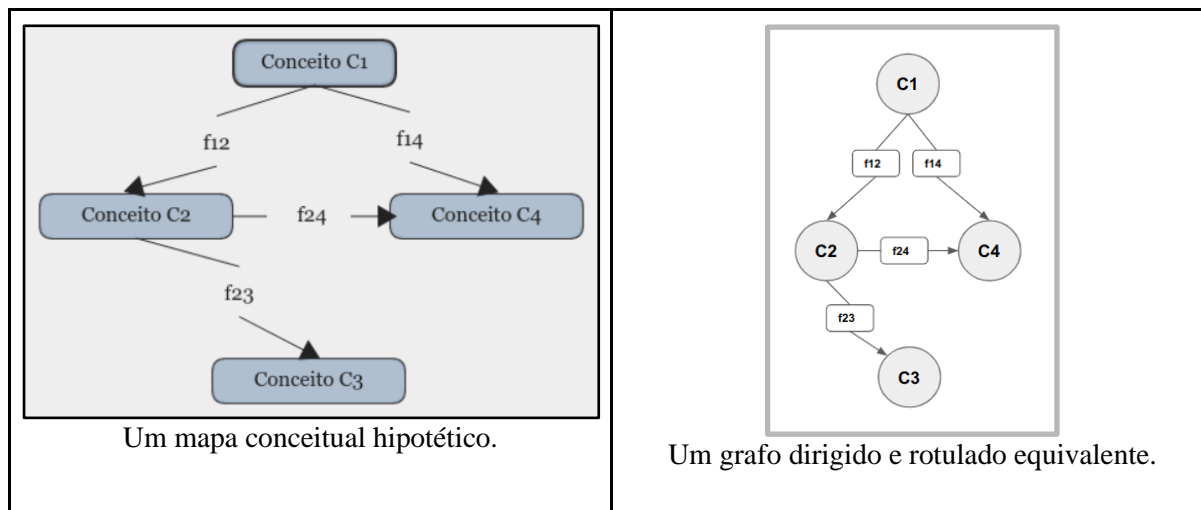
Figura 6 – Principais ideias subjacentes aos mapas conceituais.



Fonte: Novak e Musonda (1991).

Topologicamente, podemos observar os mapas conceituais como grafos dirigidos cujos nodos são conceitos e os arcos rotulados são associações entre os conceitos, formando assim representações de conhecimentos. A Figura 7 ilustra um mapa conceitual hipotético e sua representação estruturalmente equivalente na forma de um grafo dirigido e rotulado. A capacidade de expressar mapas conceituais como grafos comprova, portanto, que sua estrutura representa uma rede de conhecimento.

Figura 7 – Equivalência estrutural entre mapas conceituais e grafos dirigidos e rotulados.



Fonte: O autor.

O Quadro 3 ilustra uma definição de mapa conceitual a partir da teoria dos grafos, considerando-o como um tipo particular de grafo dirigido e rotulado. As tríades associativas conceitos-origem + frases de ligação + conceitos-destino formam proposições lógicas¹⁷. Por exemplo, a tríade “primata” (conceito-origem) + “é uma ordem de” (frase de ligação) + “mamífero” (conceito-destino) forma uma proposição lógica “primata é uma ordem de mamífero”. Quando um mapa conceitual é pertinente e bem formado – isto é, quando os conceitos escolhidos e as associações realizadas explicarem sua questão focal¹⁸, interpretando-se suas proposições lógicas pode-se ter uma ideia consistente da representação de conhecimento expressa pelo mapa conceitual.

Quadro 3 – Definição de mapa conceitual com grafo dirigido e rotulado.

Um mapa conceitual pode ser definido como um tipo particular de grafo dirigido e rotulado $M = \langle C, F, V, f_o, f_d \rangle$ em que:

1. C é o conjunto dos conceitos do mapa.
2. F é o conjunto das frases de ligação do mapa.
3. $V = C \cup F \{ \forall v \in V \mid v = \langle r, \{x, y\} \rangle \}$ é o conjunto de vértices do grafo, r é o rótulo textual do vértice e $\{x, y\}$ é um par de coordenadas horizontal e vertical que posiciona o vértice em um espaço bidimensional.
4. $f_o, f_d: V \rightarrow V$ são funções origem e destino, respectivamente, que definem os arcos dos vértices.

Fonte: O autor.

¹⁷ Uma frase de ligação em um mapa conceitual pode ser constituída de zero, uma ou mais frases. No contexto deste trabalho, optou-se por utilizar a forma mais habitual de uso, constituída por uma frase.

¹⁸ Conforme Novak e Cañas (2010), uma pergunta que especifica claramente o que o mapa deve representar.

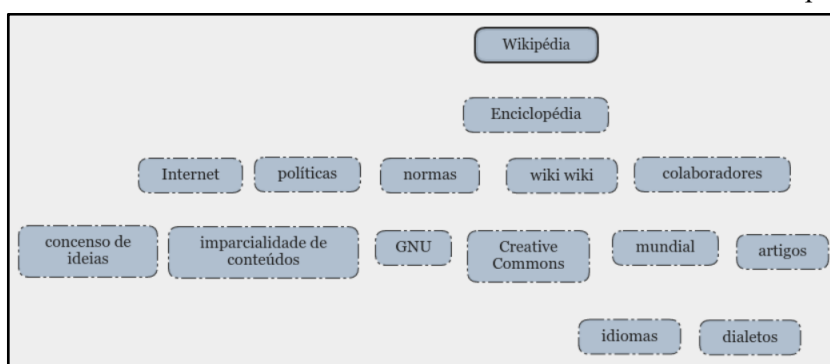
2.3.2 Processos de Construção e Refinamento de Mapas Conceituais

Como fruto de décadas de observações, Novak e Cañas (2010) ressaltam considerações importantes para se elaborar bons mapas conceituais. Primeiramente, destacam que não é recomendado, simplesmente, “sair fazendo”. É importante existir conhecimentos prévios (subsunçores). De outra forma, não haverá como realizar uma seleção representativa dos conceitos do mapa, nem como realizar associações conscientes entre eles.

Um segundo ponto, é definir o foco, o domínio de conhecimentos que se deseja representar. Para esse propósito, sugerem que, antes de começar a construir o mapa, seja redigida a sua questão focal. Definido o domínio de conhecimento a ser representado, o próximo passo é identificar os conceitos-chave que se aplicam ao domínio definido.

O próximo passo sugerido é ordenar hierarquicamente os conceitos selecionados, colocando no topo da lista o conceito mais abrangente, inclusivo, descendo até os conceitos mais específicos. A Figura 8 ilustra uma lista ordenada de conceitos para um mapa referente à Wikipédia¹⁹. Não se espera que essa primeira ordenação seja definitiva: é apenas uma disposição inicial para iniciar o trabalho de elaboração do mapa. Os autores referiram-se a essa lista como um “estacionamento de conceitos”, visto que a ideia é transferir os conceitos selecionados para dentro do mapa à medida em que se pondera como inseri-lo. Alguns conceitos podem continuar no estacionamento, ou até mesmo serem deselecionados, caso o autor do mapa não os veja mais como importantes no contexto do mapa.

Figura 8 – Uma lista ordenada de conceitos relacionados ao tema “Wikipédia”.



Fonte: O autor.

¹⁹ Wikipédia. **Wikipédia**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia>. Acesso em: 4 março 2024.

O próximo passo é iniciar a conectar conceitos estacionados, gerando uma versão preliminar do mapa. Nessa fase, conceitos podem ser adicionados ou removidos, ou, então, associados de forma diferente entre si. Depois vêm as revisões. Bons mapas conceituais, nos experimentos de Novak e Cañas, resultam de três ou mais revisões.

2.3.3 Abordagens Pedagógicas Sociointeracionistas

Novak e Cañas (2010, p. 17-19) destacam a ideia vigotskiana de que a linguagem e o diálogo social podem auxiliar na aprendizagem, especialmente quando os membros do grupo social acercam-se de Zonas de Desenvolvimento Proximal²⁰ (ZDP) semelhantes, no contexto trabalhado (Vigotski, 2014). As intervenções realizadas por Novak e Cañas (2010) utilizaram a suíte de ferramentas de mapas conceituais *Cmap* do Instituto da Flórida para Cognição Humana e Máquina (IHMC), cujo desenvolvimento foi coordenado diretamente por Novak.

Na *Cmap Cloud*, ferramenta online pertencente à suíte, colaborações podem ser realizadas através do compartilhamento de pastas, seguindo-se os seguintes passos (IHMC, 2022):

- 1) navegar até a pasta de mapas conceituais que deseja compartilhar;
- 2) escolher a opção “compartilhar”;
- 3) escolher os e-mails das pessoas que receberão o compartilhamento e
- 4) escolher as permissões de compartilhamento, que podem incluir visualização, anotação, edição e permissão total, inclusive de alterar permissões de uso de outros usuários.

Nos produtos da suíte *Cmap*, mapas conceituais compartilhados podem ser editados conjuntamente, de forma síncrona, ou cada um a seu tempo, assincronamente. Tópicos de discussão e anotações em forma de *post-its* eletrônicos podem ser usados para fazer comentários pontuais sobre os mapas ou durante a elaboração dos mesmos. Utilizando-se dessa suíte, Novak e Cañas (2010) realizaram estudos sobre aprendizagem colaborativa, cooperativa

²⁰ Vigotski (2014, p. 97) definiu ZDP como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.”

e a distância. Nas intervenções realizadas, relataram a obtenção de resultados positivos, por vezes excelentes:

- a) em pequenos grupos, tanto com estudantes como com professores, elaborando mapas conceituais em variados contextos;
- b) na América Latina, tanto com alunos de sua própria classe quanto com alunos de outros países;
- c) nas próprias aulas e oficinas do autor, em aulas dadas por seus estudantes, trabalhando coletivamente na produção de mapas conceituais.

Outra abordagem sociointeracionista é a da aprendizagem cooperativa. Embora não tenha sido derivada diretamente da teoria vigotskiana, a aprendizagem cooperativa compartilha princípios semelhantes, como a importância da interação social, do apoio mútuo e da colaboração no processo de aprendizagem. McInnerney e Roberts (2009) consideram que, na aprendizagem colaborativa, os alunos trabalham como uma equipe, mas entregam trabalhos individuais. Na existência de cooperação, os alunos formam grupos e constroem, coletivamente, o trabalho realizado. Johnson e Johnson (1999, p. 5-6) enumeram cinco fatores para a cooperação ocorrer na aprendizagem:

1. *Interdependência positiva*: Uma percepção de que o sucesso do empreendimento depende de que cada um faça a sua parte. O trabalho dos demais nos beneficia e o nosso trabalho os beneficia.
2. *Responsabilidade individual*: O desempenho de cada aluno é avaliado e os resultados são devolvidos ao grupo e ao indivíduo. O objetivo da aprendizagem cooperativa é tornar cada indivíduo mais forte.
3. *Interação promocional face a face*: Os indivíduos promovem o sucesso uns dos outros ajudando, auxiliando, apoiando, incentivando e elogiando os esforços uns dos outros para alcançá-lo. Certas atividades cognitivas e dinâmicas interpessoais só ocorrem quando os alunos se envolvem na promoção do aprendizado uns dos outros.
4. *Habilidades sociais*: Contribuir para o sucesso de uma atividade cooperativa requer habilidades interpessoais e de pequenos grupos. Colocar indivíduos que não desenvolveram capacidades de socialização e dizer-lhes para cooperar não garante que eles serão capazes de fazê-lo de forma eficaz. As pessoas devem aprender habilidades

de liderança, de tomada de decisão, de construção da confiança, de comunicação, de gerenciamento de conflitos tanto quanto conhecimentos acadêmicos.

5. *Processamento em grupo*: O processamento em grupo existe quando seus membros discutem quão bem estão alcançando seus objetivos e mantendo relações de trabalho eficazes. Os grupos precisam identificar, definir e resolver os problemas nos quais estão trabalhando juntos e de forma eficaz.

Johnson *et al.* (1981) e Berk e Winsler (1995) apresentam evidências de que, quando estudantes trabalham em pequenos grupos e se esforçam conjuntamente para aprender um tema, eles alcançam resultados cognitivos e afetivos positivos. Nos estudos desenvolvidos por Preszler (2004), chegou-se à conclusão de que, quando estudantes trabalham cooperativamente em grupos e usam mapas conceituais para guiar seus aprendizados, o aprendizado resultante é significativamente maior.

Uma abordagem de aprendizagem cooperativa voltada ao estímulo do pensamento crítico sobre temas específicos é o Debate de Teses proposto por Nevado *et al.* (2011), uma arquitetura pedagógica que estimula aprendizes a cooperarem entre si apresentando argumentações, revisões e réplicas fundamentadas em torno de um tópico de aprendizagem criteriosamente selecionado. Essa arquitetura foi concebida para trabalhos mediados pela Internet. Dessa forma, considera que os aprendizes envolvidos trabalham em tempos distintos, assincronamente, e sistematiza as participações de forma que cada sujeito efetue uma participação efetiva no processo. Para atingir esse objetivo de participação efetiva, tem como elementos estruturantes (Pereira, 2021; Biancardi *et al.*, 2020, Nevado *et al.*, 2011, p. 824):

- a) as afirmações (denominadas teses) são levantadas pelo professor (e/ou alunos) a partir de textos produzidos pelos alunos, onde apresentam suas concepções sobre um assunto de interesse comum, identificado em comum acordo entre professores e alunos. O professor, ao ler os textos, identifica afirmações que sobressaíam e que tenham potencial de gerar um grande volume de desequilíbrios²¹;

²¹ Pela Teoria da Equilibração de Piaget, passamos por processos continuados de interações com o meio, as quais provocam assimilações e, conseqüentemente, desequilíbrios cognitivos. Processos de acomodação, em movimentos de equilibração, permitem a construção de novas estruturas cognitivas para que uma harmonização (homeostasia) entre o sujeito e o meio se realize, restaurando um equilíbrio relativo visto que, por Piaget, o sujeito nunca chega a um equilíbrio absoluto (Kothe, 2021).

- b) cada participante manifesta-se a respeito de cada tese, indicando se concorda, discorda ou se não sabe decidir. Em qualquer um dos casos deve escrever uma justificativa baseada em argumentos e evidências;
- c) a argumentação relativa a cada tese, por cada participante, precisa ser lida por outros, buscando avaliar a procedência da justificativa apresentada, confrontando os argumentos com as evidências apresentadas. Não se trata, nesse momento, de contrapor opiniões, isto ocorre no decorrer do debate. Trata-se tão somente de validar a consistência dos argumentos frente às evidências apresentadas²²;
- d) Ao tomar conhecimento de cada revisão, cada argumentador pode aceitá-la total ou parcialmente, reforçando e/ou reconsiderando a sua posição, ou até mesmo enxergando uma nova possibilidade. Ao discordar de uma revisão, o argumentador pode manifestar sua crítica através de uma réplica; e
- e) ao mesmo tempo em que um sujeito tem suas argumentações revisadas, ele também faz o papel de revisor de outros colegas. Ou seja, estamos com isso implementando uma revisão por pares. O sujeito faz uma revisão completa das argumentações de pelo menos dois colegas.

O trabalho do professor consiste inicialmente na elaboração das teses a partir da leitura e de diálogos com os alunos. Posteriormente, ele se concentra na observação das manifestações de cada participante, apoiando-se nos aspectos metodológicos da construção de argumentações baseadas em evidências. Da mesma forma, procede com respeito à revisão dos pares. O professor deve ter especial atenção a respeito da elaboração da argumentação final, buscando validar as reconstruções.

²² Em geral, essa atividade de revisão é realizada por mais de um colega, dando oportunidade ao argumentador de ter mais de uma avaliação para considerar.

2.3.4 Outras Abordagens Pedagógicas de Uso dos Mapas Conceituais

Com o argumento de que a construção de um mapa conceitual totalmente do zero demanda atividade cognitiva demasiada a um estudante mediano, Schau e Mattern (1997) propuseram uma técnica alternativa, denominada *fill-in-the-map*, cujo processo parte de um mapa preconcebido. Ao se utilizar essa técnica, conceitos, ligações, frases de ligação e a estrutura do mapa são providos por um assistente. Nos processos mais livres (técnica *construct-a-map-from-scratch*), os estudantes realizam essas construções. Ruiz-primo *et al.* (2001) observaram diferenças de evolução cognitiva e avaliação de conhecimentos ao se utilizar mapas conceituais em processos educacionais mais dirigidos (*high-directed*) versus mais livres (*low-directed*). Em uma concepção diferente de Novak, experimentaram topologias não hierárquicas (que permitem a formação de ciclos referenciais). Lahti (2015) propôs a concepção de mapas conceituais a partir relações semânticas extraídas de artigos publicados na Wikipédia, utilizando-se de *corpus* de textos analisados (parseados) por alguma técnica computacional como a *Penn Treebank*, uma técnica de Processamento de Linguagem Natural (PLN) que insere anotações gramaticais em vários níveis linguísticos, desde o nível de palavra individual, passando para frases, cláusulas e sentenças.

2.3.5 Topologias e Classificação Qualitativa de Mapas Conceituais

Kinchin *et al.* (2000, p. 48) classificam os mapas conceituais quanto à hierarquia, aos processos cognitivos envolvidos, à complexidade e ao desenvolvimento conceitual em três topologias básicas: radial (*spoke*), cascata (*chain*) e rede (*net*). Os mapas conceituais radiais possuem uma estrutura na qual todos os aspectos relacionados ao tópico estão diretamente ligados ao conceito central, mas não estão diretamente ligados entre si. A estrutura em cascata, já identificada por Novak e Cañas (2010, p. 16-17), expressa uma sequência linear de compreensão em que cada conceito é vinculado, apenas, àqueles imediatamente acima ou abaixo. Embora exista uma sequência lógica do início ao fim, mapas conceituais em cascata indicam tanto uma má compreensão sobre o objeto de estudo quanto uma estruturação inadequada do mapa. Por fim, existe a estrutura em rede, a qual é altamente integrada, mantendo-se concomitantemente as hierarquias necessárias, demonstrando uma compreensão aprofundada do tópico trabalhado. O Quadro 4 apresenta um resumo das características de cada uma dessas estruturas de mapas conceituais qualitativamente identificadas.

Quadro 4 – Classificação qualitativa de mapas conceituais.

Característica	Tipo de Mapa		
	Radial	Cascata (Hierárquico)	Rede
Topologia	Apenas 1 nível.	Vários níveis em sequência linear.	Vários níveis com conexões não sequenciais justificadas.
Processo	Associações simples sem compreensão dos processos ou das interações.	Demonstra associações sequenciais sem interações complexas.	Descreve interações complexas entre diferentes níveis conceituais.
Complexidade	Poucas integrações, sendo os conceitos adicionados sem reflexões sobre interações	Dificuldades para integrar novos conceitos.	Mapa altamente integrado.
Desenvolvimento conceitual	Indica ausência ou desenvolvimento reduzido de visão sobre o tema trabalhado.	Indica uma visão não suficientemente integrada dos conceitos sobre o tema trabalhado.	Indica uma visão integrada sobre os conceitos do tema trabalhado.
Representação	Estrutura de organograma.	Leitura (compreensão) sequencial sobre o tema trabalhado.	Aprendizagem significativa.

Fonte: Adaptado de Kinchin *et al.* (2000, p. 48).

2.3.6 Métricas de Mapas Conceituais

Esta subseção apresenta, além da quantidade de conceitos (métrica tradicional para mensurar um mapa conceitual, duas propostas adicionais de mensuração: a contagem de proposições lógicas e a qualidade topológica.

Quantidade de Conceitos

A contagem de conceitos é a métrica tradicional de complexidade de um mapa conceitual, proposta por Novak e Cañas (2010). É calculada pela simples soma de diferentes conceitos (rótulos) representados no mapa conceitual. A partir das observações realizadas pelos autores em intervenções educacionais realizadas durante décadas, chegaram à conclusão de que usualmente (e não obrigatoriamente ressalta-se) entre 15 e 25 conceitos são suficientes para construir um mapa conceitual capaz de responder à questão focal estabelecida.

Quantidade de Proposições Lógicas

Conforme apresentado na seção introdutória, uma proposição lógica é formada por conceito-origem + frase de ligação + conceito-destino e expressa uma ideia sobre o tema com base nessa associação conceitual. Professores podem solicitar a criação de um mapa conceitual sobre um tema mediado contendo pelo menos uma certa quantidade de proposições lógicas e que as mesmas sejam claras, coerentes e pertinentes.

Comparando a quantidade de conceitos recomendada por Novak e Cañas (2010) para constituir um mapa conceitual (usualmente entre 15 e 25) com as médias de proposições lógicas calculadas no Vidya Network (dados de 17 de junho de 2024), em mapas conceituais com 15 conceitos, a média de proposições lógicas é 15,1; a moda é 14, a variância é 22,1 e o desvio-padrão é 4,7. Com 25 conceitos, a média de proposições lógicas é 25, a moda é 25, a variância é 32,3 e o desvio-padrão é 5,7. Esse comparativo entre quantidade de conceitos e quantidade de proposições lógicas é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de proposições lógicas por conceitos no Vidya Network.

Quantidade de Conceitos	Quantidade de Proposições Lógicas			
	Média	Moda	Variância	Desvio-padrão
15	15,1	14	22,1	4,7
25	25,0	25	32,3	5,7

Fonte: O autor.

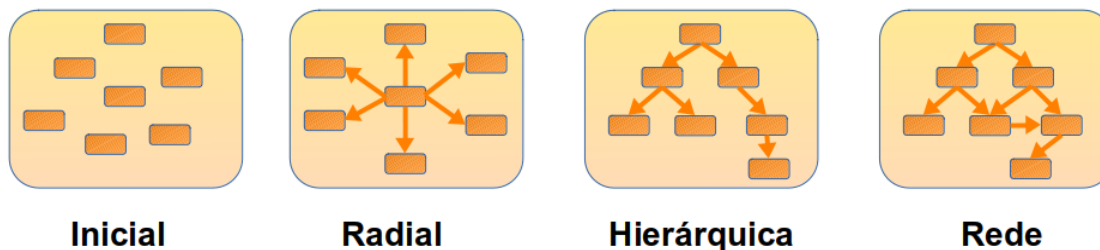
Classe Topológica

Métrica que tem o objetivo analisar a classe topológica de um mapa conceitual com o objetivo de auxiliar o professor a analisar a representatividade, a complexidade, o desenvolvimento conceitual e o nível de integração dos mapas conceituais criados por seus alunos. Com base na taxonomia de Kinchin *et al.* (2000, p. 48), considera-se a classe topológica de um mapa conceitual (Figura 9):

- a) **Inicial:** quando não existem, ainda, associações entre os conceitos;
- b) **Radial:** quando existe somente um nível;

- c) **Hierárquica:** quando existe mais de um nível em sequência; ou
- d) **Rede:** quando existe mais de um nível e pelo menos uma associação não sequencial.

Figura 9 – Classes topológicas para os mapas conceituais na Vidya Network.



Fonte: O autor.

Qualidade Topológica

A Qualidade Topológica é uma métrica proposta por este estudo, que trata de estimar e estimular a qualidade topológica do mapa, baseando-se em cinco critérios: quantidade de diferentes conceitos, quantidade de conceitos isolados, quantidade de conceitos sem nome e quantidade de frases de ligação sem nome e classe topológica. O valor calculado é um número decimal que varia de zero a cem. Para receber o valor máximo (100), o mapa conceitual deve ter as seguintes características:

- 1) **15 a 25 diferentes conceitos:** parâmetros propostos por Novak e Cañas (2010) como quantidade de conceitos que um mapa maduro usualmente possui.
- 2) **nenhum conceito isolado:** conceitos isolados em mapas conceituais indicam uma oportunidade de refinamento.
- 3) **nenhum conceito sem nome:** conceitos sem nome indicam que deveria ser nomeado ou excluído.
- 4) **nenhuma frase de ligação vazia:** frases de ligação vazias (sem nome) indicam uma oportunidade de refinamento.
- 5) **classe topológica:** trata-se da característica das associações entre os conceitos, podendo a classe topológica dos mapas ser classificada como inicial, radial, hierárquica ou rede na Vidya Network.

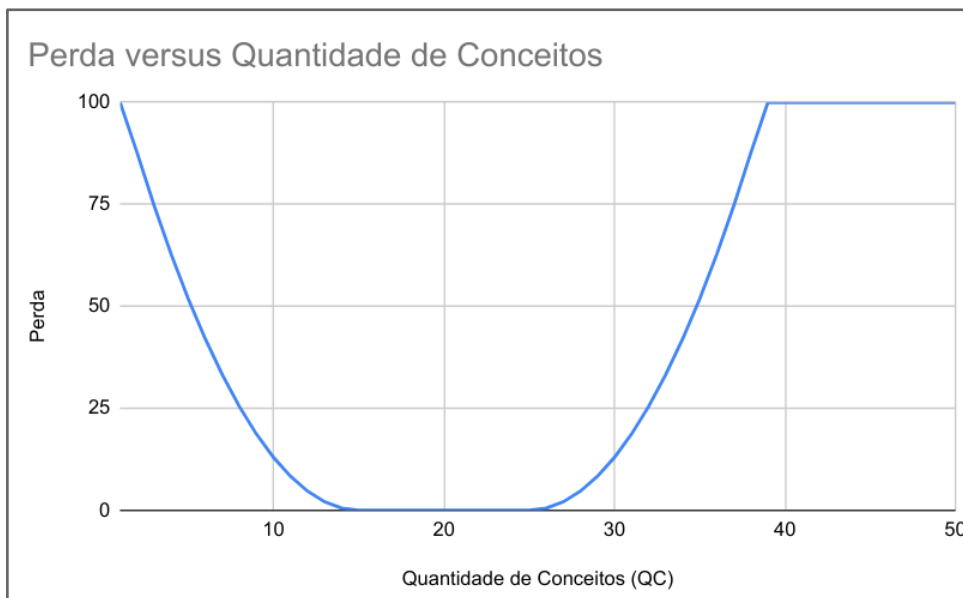
O cálculo de perda de pontos por quantidade de diferentes conceitos é dado pelo algoritmo apresentado no Quadro 5, cuja execução gera uma curva de perdas conforme apresentada na Figura 10.

Quadro 5 – Perda de pontos por quantidade de diferentes conceitos.

```
Sejam:  
A(x,y): função de arredondamento de x com y casas decimais.  
P(x,y): função de potenciação de x em y.  
n = quantidade de diferentes conceitos de um mapa conceitual  
d = 15 - n, se n < 15  
    n - 25, se n > 25  
pp = perda de pontos calculada  
se n >= 15 e n <= 25  
então pp = 0  
senão  
    início  
        pp = A(P(0.72, d), 2))  
        se pp > 100  
            então pp = 100  
    fim
```

Fonte: O autor.

Figura 10 – Perda de pontos por quantidade de diferentes conceitos.



Fonte: O autor.

Os cálculos de perdas de pontos por conceitos isolados, conceitos sem nome e frases de ligação vazias são realizados por um algoritmo baseado na Sequência de Fibonacci, visto que seus valores geram uma curva que se assemelha a uma curva logarítmica e seu cálculo é simples: trata-se de uma sequência de números naturais em que cada número subsequente é o resultado da soma dos dois anteriores. Dessa forma, sua equação pode ser representada por $F(n) = F(n-1) + F(n-2)$, sendo $n \geq 0$. Para a construção do algoritmo, porém, dois ajustes considerados necessários foram realizados:

1. Visto que a série gera uma dupla ocorrência de número 1 no segundo e no terceiro valores da série $\{0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, \dots\}$, foi removido o segundo número 1 da sequência.
2. Visto que o limite de perda é 100, quando o valor passa desse valor, retorna a 100.

Esse algoritmo está representado como pseudocódigo no Quadro 6 e a curva gerada por seus valores é apresentada na Figura 11.

Quadro 6 – Pseudocódigo da perda de pontos baseada em Fibonacci.

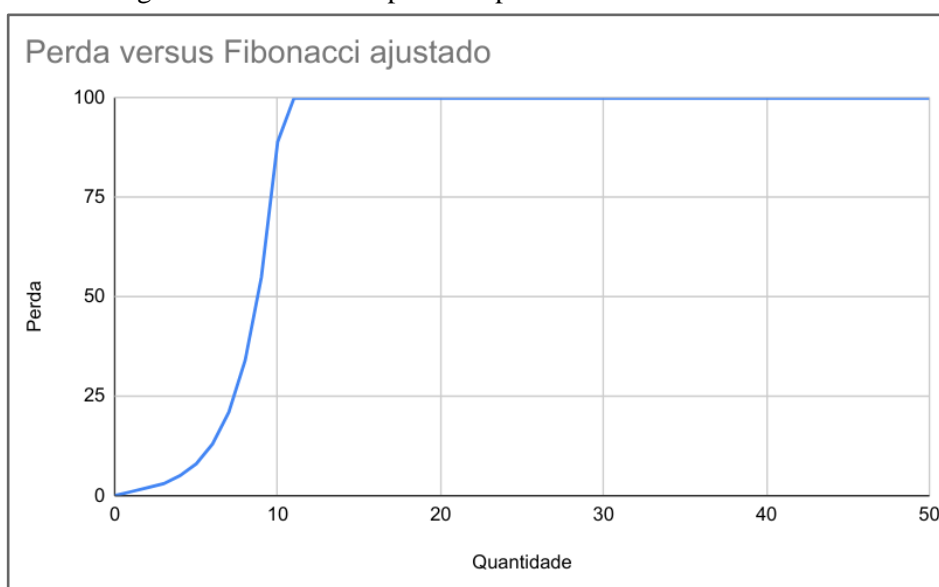
```

Seja
n = quantidade de diferentes conceitos de um mapa conceitual
P(n) função de perda de pontos, em que:
  se n = 0, retorna 0
  se n = 1, retorna 1
  se n > 11, retorna 100
  retorna P ( n - 1 ) + P ( n - 2 )

```

Fonte: O autor.

Figura 11 – Gráfico de perda de pontos baseada em Fibonacci.



Fonte: O autor.

Kinchin *et al.* (2000) entendem que uma Topologia em Rede descreve um mapa conceitual altamente integrado, descrevendo interações complexas entre diferentes níveis conceituais, representando uma aprendizagem significativa. Dessa maneira, quando um aprendiz desenvolve um mapa conceitual com essa topologia, não há perdas no cálculo da qualidade topológica. A Topologia Hierárquica (em Cascata) demonstra a existência de associações sequenciais sem interações complexas, podendo indicar uma visão não suficientemente integrada sobre o tema trabalhado. Para estimular o criador do mapa conceitual a pensar em como associar conceitos paralelamente, a qualidade topológica de um mapa conceitual com classe hierárquica é limitada a 90 pontos. A topologia Radial, por sua vez, indica ausência ou desenvolvimento reduzido de visão sobre o tema trabalhado, limitando a qualidade topológica de mapas conceituais com essa classe topológica a 50 pontos. Por fim, a

Topologia Inicial, sem associações, indica que o trabalho está ainda nas primeiras fases de desenvolvimento, de criação ou de ordenação de conceitos, limitando assim a qualidade topológica a 30 pontos, para estimular o início das associações. Vemos um pseudocódigo da limitação de pontos por classe topológica no Quadro 7.

Quadro 7 – Pseudocódigo da limitação de pontos por classe topológica.

```

Seja, em um mapa conceitual:
c = o conjunto de todos os conceitos
a = o conjunto de todas as associações entre conceitos

se tamanho(a) = 0
então L(c,a) = 30 # classe topológica = "Inicial"
senão se todas as associações têm o mesmo conceito-origem
    então L(c,a) = 50 # classe topológica = "Radial"
    senão se nenhum conceito-destino é destino de mais de um conceito-origem
        então L(c,a) = 90 # classe topológica = "Hierárquica"
        senão L(c,a) = 100 # classe topológica = "Rede"

```

Fonte: O autor.

Para o cálculo final da perda, atribui-se ao mapa conceitual o valor inicial de cem, e vai-se removendo pontos. Se o total de perdas deixar o valor negativo, o valor sobe para zero. O Quadro 8 mostra a aplicação desse algoritmo.

Quadro 8 – Cálculo de qualidade topológica de um mapa conceitual.

Seja, em um mapa conceitual:

d = quantidade de diferentes conceitos

c = o conjunto de todos os conceitos

a = o conjunto de todas as associações entre conceitos

$m1$ = quantidade de conceitos isolados

$m2$ = quantidade de conceitos sem nome

$m3$ = quantidade de frases de ligação vazias

$P1(x)$, função de perda de pontos do Quadro 5.

$P2(x)$, função de perda de pontos do Quadro 6.

$L(c,a)$, função limite da qualidade topológica por classe, conforme Quadro 7.

$$qt = 100 - P1(d) - P2(m1) - P2(m2) - P2(m3)$$

se $qt > L(c,a)$

então $qt = L(c,a)$

se $qt < 0$

então $qt = 0$

Fonte: O autor.

2.3.7 Métricas de Textos Dissertativos

As seguintes métricas foram adicionadas à Vidya Network para auxiliar professores e alunos a acompanhar o desenvolvimento de textos dissertativos: Leiturabilidade de Flesch, quantidade de sentenças e vocabulário.

Leiturabilidade de Flesch (*Flesch Reading Ease Score*)

A leiturabilidade é uma métrica associada a características relacionadas a conteúdos textuais – tais como tamanho das sentenças e formação de sílabas – que atribuem maior ou menor facilidade de leitura. Visto que o ato de ler depende da estrutura cognitiva de cada leitor, a leiturabilidade é considerada uma estimativa, não uma classificação rígida. Ressalta-se que a leiturabilidade diferencia-se de outra métrica, a da legibilidade, a qual é associada à percepção visual, ao leiaute de apresentação do conjunto de signos (Dubay, 2007).

Variadas equações foram propostas para se estimar a leiturabilidade de um texto, tais como as formalizadas nas estimativas de Flesch (1948), de Farr *et al.* (1951), de Kincaid *et al.* (1975), de Fry (1968), de Gunning (1969), a de Golub e Kidder (1974), de Chall e Dale (1995) e a de Hedman (2008). A partir dessas, outras mais sofisticadas têm sido apresentadas, com o devido apoio de estudos léxicos computacionais, tais como o Teste Cloze de Bormuth (1968) e a Estrutura Léxica para Leitura de Stenner *et al.* (1983). Para a Vidya Network, todavia, resolveu-se utilizar a tradicional métrica de Leiturabilidade de Flesch por dois motivos: ser simples de implementar utilizando-se de técnicas de PLN e ter uma versão da métrica adaptada para o português brasileiro.

Detalhando um pouco mais a técnica de Flesch, essa métrica propõe que a leiturabilidade de um texto pode ser estimada correlacionando-se os tamanhos médios das sentenças com os tamanhos médios das frases. Para o inglês norte-americano, Flesch (*ibid.*) estabeleceu a correção apresentada pela equação disponibilizada no Quadro 9.

Quadro 9 – Leiturabilidade de Flesch para o inglês norte-americano.

Para um texto escrito em inglês norte-americano, sejam:
 asl = média de palavras por sentença do texto.
 awl = média de sílabas por palavras do texto.
 A Leiturabilidade de Flesch é medida pela equação

$$p = 206,835 - (1,015 \times asl) - (84,6 \times awl)$$

Fonte: Adaptado de Flesch (1948).

Visto que a equação proposta por Flesch (*ibid.*) é dependente da média de sílabas por palavra, quando transportada para outros idiomas, sua equação deve ser adaptada de acordo com seu vocabulário. Pelas medições realizadas por Martins *et al.* (1996), para se adaptar a equação de Flesch ao português brasileiro, é necessário acrescentar 42 à pontuação, visto que a média de sílabas por palavra desse idioma é maior do que no inglês. A equação adaptada por Martins *et al.* (*ibid.*) é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Leiturabilidade de Flesch para o português brasileiro.

Para um texto escrito em português brasileiro, sejam:
 as1 = média de palavras por sentença do texto.
 aw1 = média de sílabas por palavras do texto.
 A Leiturabilidade de Flesch é medida pela equação

$$p = 248,835 - (1,015 \times as1) - (84,6 \times aw1)$$

Fonte: Adaptado de Martins *et al.* (1996).

Pela equação de Flesch, quanto maior a pontuação calculada, mais fácil tende a ser a leitura do texto, conforme a taxonomia apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Faixas de Leiturabilidade de Flesch.

Pontuação (p)	Facilidade de Leitura
90 <= p <= 100	Muito fácil
80 <= p < 90	Fácil
70 <= p < 80	Razoavelmente fácil
60 <= p < 70	Mediana
50 <= p < 60	Razoavelmente difícil
30 <= p < 50	Difícil
0 <= p < 30	Muito difícil

Fonte: Adaptado de Flesch (1948).

Métrica de Vocabulário

Um professor pode utilizar a análise do vocabulário empregado por seus alunos como uma evidência de correlações cognitivas entre trajetórias de vocabulário, desenvolvimento fonológico e capacidades cognitivas (Farnia e Geva, 2011). A Hipótese da Qualidade Léxica apresentada por Perfetti (2007) reforça esse entendimento ao sustentar que as habilidades de leitura e, conseqüentemente, de interpretação de textos, dependem de capacidades lexicais.

Enkvist (2020, p. 54) entende que, pelo fato da compreensão do que se lê ser um processo significativo, não mecânico, visto que há um conteúdo a ser trabalhado, a quantidade e a qualidade do vocabulário armazenado no dicionário mental do aprendiz são tão importantes.

É o vocabulário que permite ao aluno precisão nos processos cognitivos de compreensão e de expressão.

A qualidade do vocabulário pode ser estimada por índices de leiturabilidade, conforme vimos na subseção anterior. Para o aspecto quantitativo, a Vidya Network calcula nos textos dissertativos a quantidade de diferentes palavras utilizadas para construí-los.

Quantidade de Sentenças

A Vidya Network utiliza PLN para extrair a quantidade de sentenças dos textos dissertativos. Seu objetivo pedagógico é facilitar as análises estruturais dos textos desenvolvidos por alunos ao apresentarem seus trabalhos para professores. Dentre as análises possíveis de realizar em relação à quantidade de sentenças, citam-se (Pinho *et al.*, 2022): a) redações com poucas sentenças podem indicar textos com conteúdo insuficiente para suas avaliações; e b) poucas sentenças em textos longos podem indicar frases longas, com possíveis problemas de pontuação ou de coesão textual.

Considerações Finais sobre Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa

Finalizando o tópico dos mapas conceituais, trata-se de uma técnica fundamentada na psicopedagogia para o desenvolvimento cognitivo, podendo servir tanto para apoiar a aprendizagem significativa como instrumento de avaliação da aprendizagem. Sua estrutura capacita professores a realizar uma interpretação clara, apropriada e justa do aprendizado, conforme recomenda a quinta área dos fatores psicológicos que influenciam o ensino e a aprendizagem da APA.

2.4 Relações Semânticas Lexicais e Ontologias Computacionais

Uma relação semântica lexical é uma relação de significado que existe entre duas ou mais palavras de uma língua. Essas relações podem expressar variadas significações, tais como semelhança, contrariedade, hierarquia, composição e tradução (Cruse, 2006, 1986; Oliveira, 2002). No contexto deste trabalho, as relações semânticas lexicais foram classificadas, primeiramente, entre relações no mesmo idioma ou entre idiomas. Quando os vocábulos pertencem a idiomas diferentes, foi considerada somente a relação de **tradução** em um mesmo contexto. No mesmo idioma, se for o mesmo vocábulo e o contexto for diferente, temos uma

relação de **homonímia**. Se as palavras são do mesmo idioma e estão no mesmo contexto, foram consideradas as seguintes relações elencadas no Quadro 11.

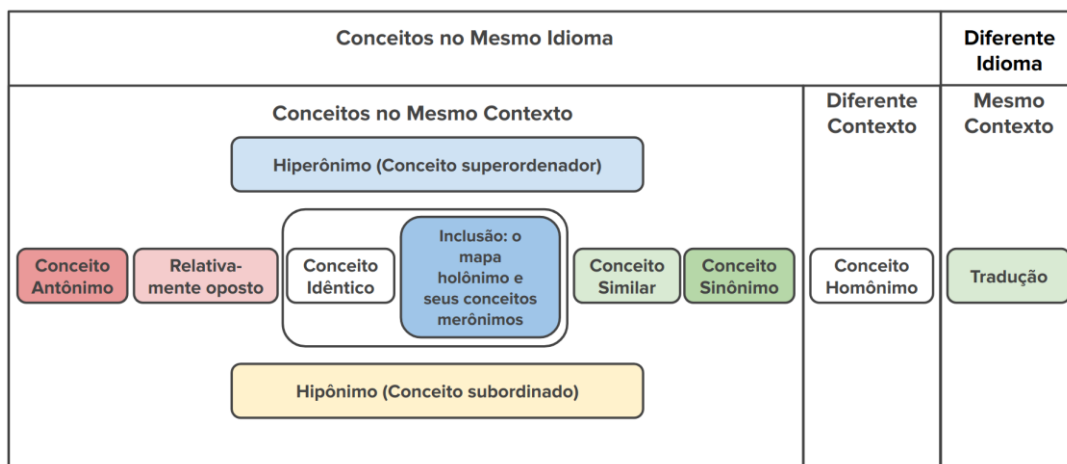
Quadro 11 – Relações semânticas tratadas pela Vidya Network.

Relação Semântica	Características
Superordenação (Hiperonímia) / Subordinação (Hiponímia)	Relação de categorização em que um representa uma classe hierarquicamente superior (superordenadora) e outro uma classe hierarquicamente inferior (subordinada).
Holonímia / Meronímia	Relação de composição em que o termo holônimo expressa ser o todo de outras partes, que compõem seus merônimos. Em um mapa conceitual bem-formado, o conceito mais inclusivo representa o holônimo que agrega os demais conceitos-chave selecionados para compor o mapa.
Sinonímia	Relação que permite substituir um termo por outro, de forma intercambiável, sem alterar o significado exposto.
Similaridade	Relação que afere um grau de aproximação de significados entre os termos.
Antonímia	Relação de oposição total de significados. A negação de um funciona como o sinônimo de outro.
Oposição gradual	Relação de oposição relativa, não absoluta, de significados.
Identidade	Relação lexical de mesmo vocábulo em um mesmo contexto. Nas RSMCs, várias pessoas podem construir mapas conceituais com o mesmo nome e o mesmo contexto. Nesse caso, expressam a mesma semântica e a mesma interpretação pragmática. No caso de possuírem o mesmo nome mas contexto diferente, semanticamente expressarão o mesmo significado, mas, do ponto de vista da pragmática, expressarão interpretações diferentes.

Fonte: Compilado e adaptado de Oliveira (2002) e Cruse (2006 1986).

As relações listadas no Quadro 11 estão diagramadas na Figura 12, a qual particiona, primeiramente, as relações entre idiomas. Em seguida, entre contextos e, por fim, proximidade, hierarquia ou composição de significados.

Figura 12 – Relações semânticas lexicais tratadas no Vidya Network.

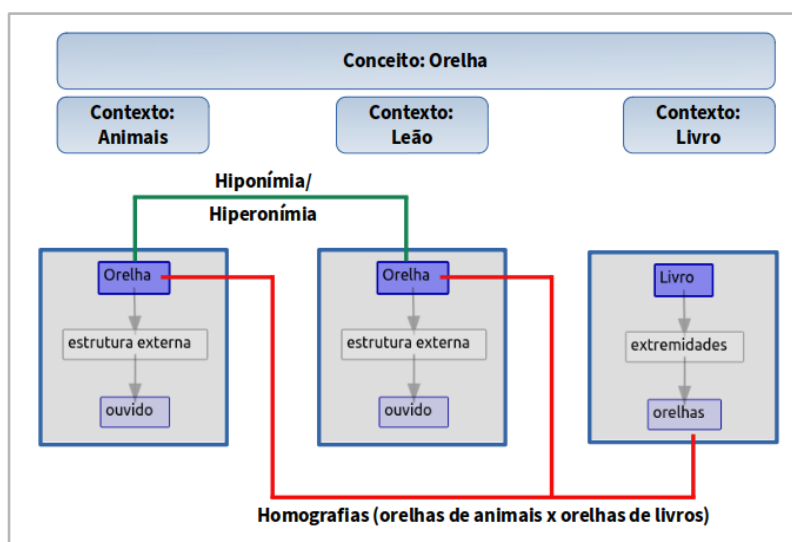


Fonte: O autor.

2.4.1 Desambiguação de Significados

O tratamento de ambiguidades é um processo relevante no âmbito das redes semânticas para garantir o significado correto de cada termo ou símbolo, em acordo com o contexto de sua utilização. Exemplificando a necessidade de desambiguação em uma RSMC, a Figura 13 apresenta excertos de três mapas conceituais que contêm o conceito de “orelha”, cada qual em um contexto: Animais, Leão e Livros. Nos mapas “Animais” e “Leão”, a orelha significa um órgão biológico, mas possui diferenças evidenciadas pela relação de hiperonímia (superordenação) e hiponímia (subordinação). Já nos livros, uma orelha é um elemento de uma capa ou de uma contracapa, expressando homonímia em relação à orelha como órgão: mesma grafia com significados diferentes.

Figura 13 – Exemplo de diferentes contextos e significados de um vocábulo.

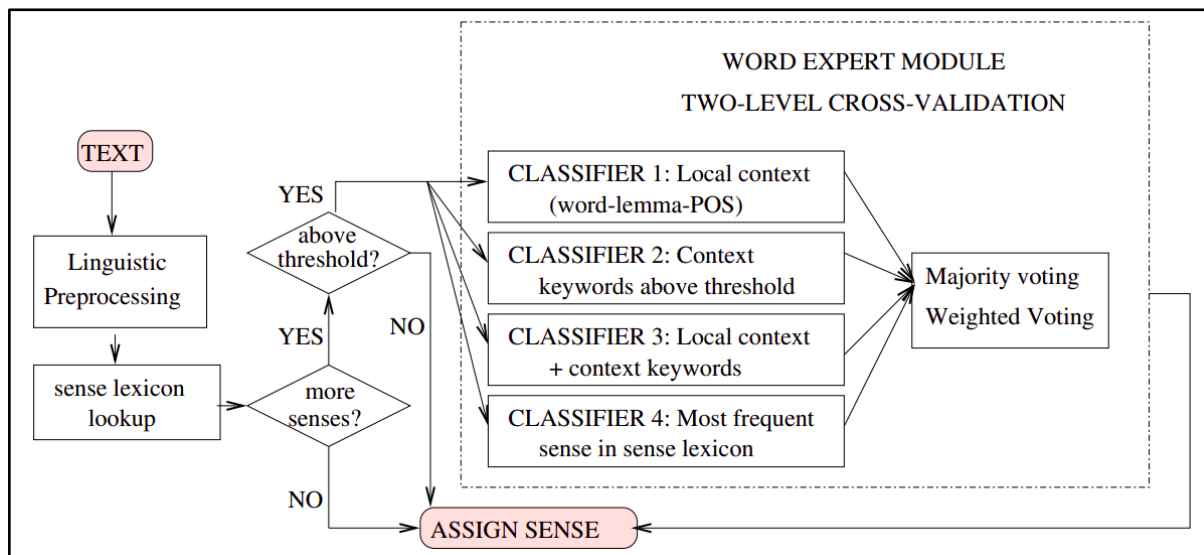


Fonte: O autor.

Uma alternativa para tratar ambiguidades no contexto geral das linguagens humanas é utilizar técnicas de PLN para analisar narrativas e distinguir instâncias onde um conceito é discutido mas não mencionado explicitamente. Pode-se, também, utilizar métodos gramaticais baseados em análises de frases para inferir significados (Demner-Fushman, 2021). Outra opção é utilizar técnicas de aprendizagem de máquina como a representada na Figura 14. Por esse algoritmo de desambiguação de sentido de palavras, primeiramente é executando um treinamento textual através de análise linguística incluindo passos de tokenização, marcação de parte do discurso e lematização. Na linguística computacional, a lematização é um processo de redução de palavras à sua forma base (lema) levando em consideração o contexto gramatical e o significado da palavra. A lematização geralmente requer conhecimento de regras gramaticais e dicionários para realizar a redução de forma precisa (Khyani *et al.*, 2021).

Se for detectado mais de um sentido para o termo analisado e a quantidade de itens de treinamento disponíveis (ocorrências nos dados de treinamento) estiver acima de um determinado limite, é acionado um módulo especialista em palavras para realizar o treinamento. Caso contrário, o sentido mais frequente (comum) é utilizado. *Chatbots* generativos, os quais são baseados em modelos de linguagem ampla, utilizam métodos de aprendizagem profunda para contextualizar o sentido de cada termo lido ou gerado.

Figura 14 – Um algoritmo de desambiguação de termos apoiado por um módulo especialista.



Fonte: Hoste *et al.* (2002)

Uma abordagem simplificada, do ponto de vista computacional, é adotar um mecanismo de desambiguação por declaração de contexto. Essa forma de tratamento foi utilizada no projeto da Wikipédia: no sentido denotativo, o contexto de um termo não é solicitado. Porém, na presença de dois ou mais significados, o autor do artigo expressa seu contexto, esclarecendo-o. Podemos ver na Figura 15 vários significados da palavra “nó” na qual a Wikipédia apresenta ao leitor variados significados para esse termo.

Figura 15 – Desambiguação de artigos por declaração de contexto na Wikipédia.

Fonte: Wikipédia (2024)

Devido à simplicidade de implementação e à efetividade de resultados percebidos para a desambiguação de conteúdos, optou-se utilizar a declaração de contexto com mecanismo de desambiguação na Vidya Network. Um estudo sobre wikis como serviço multi-inquilinos para ambientes pessoais de aprendizagem foi apresentado em Grandi *et al.* (2020).

2.4.2 Ontologias Computacionais

Um dos principais desafios percebidos nesta pesquisa foi o desenvolvimento de uma ferramenta educacional com as capacidades semânticas necessárias para estruturá-la como uma RSMC. Para embasar a concepção de entidades e relacionamentos semânticos, foi desenvolvida a ontologia *Semantic Maps* (SEMAP), conforme veremos detalhadamente no Capítulo 4. Quando nos referimos à ontologia desenvolvida, trata-se de uma representação computacional, formal, da abstração do domínio de conhecimento da RSMC, incluindo vocabulário e regras gramaticais para representar suas classes, propriedades e relacionamentos (European Data Portal, 2014; Rosch, 1978). Gruber (1995) escreve que o significado de ontologia para a ciência da computação é uma descrição de conceitos e relacionamentos que devem ser considerados por um agente ou por uma comunidade de agentes. Sobre esses construtos, define-se:

- **classe:** como um conjunto de entes com atributos comuns;
- **propriedade:** como uma característica que permite particularizar um ente em uma classe; e
- **relacionamento:** como uma ligação entre classes ou entes. Sobre a sua utilização, para pessoas e processos familiarizados a domínios de conhecimento específicos, ontologias facilitam e uniformizam o registro e a busca de informações úteis na Web e em sistemas computacionais especializados.

A concepção da ontologia SEMAP e a elaboração de instâncias de entidades definidas para validá-la foram importantes para dar significação correta à ferramenta educacional desenvolvida com base na ideia de RSMC, a Vidya Network.

2.5 Debate de Teses

O debate de teses é uma arquitetura pedagógica que organiza o processo de aprendizagem a partir de cooperação consolidada por meio de debates com argumentações fundamentadas e interações mediadas pelo professor propositor. Nessa arquitetura, afirmações (teses) são apresentadas por um professor. Alunos, então, concordam, discordam, manifestam neutralidade, apresentam argumentos fundamentados, revisam argumentos de outros, apresentam réplicas, em um processo dialético de busca por um conhecimento verdadeiro e justificado (Nevado *et al.*, 2015). Um exemplo de debate de teses na Vidya Network é apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Um debate de teses na Vidya Network.

The screenshot displays a structured debate interface. It begins with a purple header for the initial statement, followed by a grey header for the discussion phase. The discussion is divided into three sub-sections: an initial positioning, a block for revisions and replies, and a final positioning. Each section includes a title, a user name and timestamp, a 'Posicionamento' (positioning) dropdown menu, and an 'Argumentação' (argumentation) text area. The final section shows a conclusion based on the previous contributions.

1 Afirmação (Texto complementar do mapa)	
Teses de software são importantes.	
2 Debates	
2.1 Posicionamento Inicial Colega 1 (colega1) 27/03/22 15:44 Posicionamento: <input type="text" value="Concordo"/>	
Argumentação Sim, tanto a literatura como a prática convergem para afirmar que testes de software são relevantes.	
2.2 Blocos de Revisões/Réplicas	
Revisão Colega 2 (colega2) 27/03/22 15:45 Será que sempre são importantes ou há casos em que os testes não são necessários?	Réplica Colega 1 (colega1) 27/03/22 15:46 Sem testes não há como garantir a qualidade de um software, por mais simples que ele seja.
Revisão Colega 4 (colega4) 27/03/22 16:18 Em uma visão prática, sou forçado a concordar: os testes são fundamentais, cada vez mais recomendados.	Réplica Colega 1 (colega1) 27/03/22 16:20 Sim, inclusive, antigamente a função de testes era menos reconhecida do que a de desenvolvimento.
2.3 Posicionamento Final Colega 1 (colega1) 27/03/22 16:24 Posicionamento: <input type="text" value="Concordo"/>	
Argumentação Considerando as contribuições de Colega 2 e Colega 4, mantenho minha concordância com a tese apresentada de que testes bem realizados contribuem efetivamente para a qualidade.	

Fonte: O autor.

2.6 Fóruns de Discussão e Chats Educacionais

O objetivo de um fórum de discussão educacional é permitir que tópicos sejam coletivamente discutidos. São especialmente úteis em mediações a distância quando se deseja haver registro de tais atividades. A participação do docente é central nesse processo para estimular a participação ativa dos estudantes, considerando sempre os objetivos de aprendizagem. O docente participa das discussões propondo tópicos, coordenando as interações, analisando respostas e dando feedbacks qualificados.

O uso de ferramentas de comunicação possibilita, ao educador, uma aproximação do conteúdo proposto com o discente, trazendo à tona momentos de interação, permitindo que o conhecimento seja discutido, criado e recriado. Essa construção pode acontecer coletivamente por meio de *chats*, fóruns, ou outros formatos, de modo que reflexões sejam conduzidas e possibilidades concretas de produção de trabalhos coletivos sejam criadas (Pires e Veloso, 2023; Alves e Silva, 2020; Cerqueira, 2005).

2.7 Tecnologias Assistivas em Ferramentas Educacionais

O Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República definiu tecnologia assistiva como uma área de conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2007).

Galvão Filho (2009) entende que as transformações na escola tradicional rumo à atualização do seu discurso e das suas práticas, e em direção a um maior diálogo com o que ocorre no mundo e na sociedade hoje, tornam-se condição indispensável para a retomada de relevância do seu papel social e para a construção de uma escola verdadeiramente inclusiva. Dessa forma, as tecnologias assistivas devem ser utilizadas como instrumentos de empoderamento, de desenvolvimento da autonomia e de equiparação de oportunidades da pessoa com deficiência.

É nesse intuito de inclusão e de promoção da autonomia que a Vidya Network foi projetado, desde sua concepção, para permitir que deficientes visuais possam criar mapas conceituais e entender conteúdos de mapas lendo suas proposições lógicas; que alunos do

espectro autista possam interagir com a ferramenta, com seus colegas, visto que a linguagem utilizada é literal, favorecendo-lhes a compreensão, e as cores escolhidas são de uma paleta que não lhes cause desconforto; que se evitou usar o botão direito do mouse e proporcionou-se diferentes opções de teclado, mouse, botões e função de auto-leiute do mapa para que pessoas com dificuldade de coordenação motora fina possam também, autonomamente, criar seus textos, mapas conceituais e identificar relações semânticas lexicais na Vidya Network.

2.8 Epistemologia de uma RSMC Institucional

A arquitetura multi-inquilinos da RSMC Institucional implementada na Vidya Network permite registro e trocas entre visões particulares e coletivas sobre diferentes temas, aproximando-se da ideia da formação de um tecido interdependente, interativo, contextualizado e, portanto, pertinente de conhecimentos, permitindo expressar percepções unificadas de conceitos (em visões coletivas de turmas ou grupos de estudos), sem perder a visão individual de cada aprendiz. Em outras palavras, permite a unidade na multiplicidade (*unitas multiplex*): concepções unificadas coexistindo com percepções individualizadas. Em outras palavras, unifica concepções sem anular a diversidade. Operam-se diferentes elementos constitutivos de um todo – conceitos, relações lexicais entre conceitos, mapas conceituais – existindo um tecido inter-retroativo²³ entre os objetos de conhecimento e seus contextos, partes de um ente e seu todo, o todo e as partes, as partes entre si. Tais características aliam-se a características epistemológicas enaltecidas pelo Pensamento Complexo de Morin (2002): a) a compreensão da dualidade no seio da unidade (dialógica); b) o rompimento de linearidades de externalização de conhecimentos, colocando cada indivíduo, recursivamente, como produto e produtor de conhecimentos, linguagem e saberes adquiridos (recursão organizacional); e c) o exercício de observação das partes, do todo e das partes entre si (holograma).

Morin contrapõe-se a alguns paradigmas que, em sua visão, dominam o pensamento global nos tempos atuais e necessitam ser modificados. Uma dessas contraposições é em relação ao que denominou pensamento simplificador, caracterizado por princípios de disjunção, redução e abstração que compõem um “paradigma de simplificação”.

A disjunção, entendida como uma segregação dos saberes, rareia as comunicações entre o conhecimento científico e a reflexão filosófica. Isola a física, a biologia e a ciência do homem.

²³ Que não se inscreve numa causalidade linear, mas em relações retroativas, retroalimentadas, sistêmicas, recursivas.

A redução simplifica ideias complexas em entidades mais simples, como se observa em redução da biologia à física, ou do humano ao biológico. Nesse contexto reducionista, as abstrações tornam-se processos cognitivos de fragmentação do tecido complexo das realidades, fazendo crer que o corte arbitrário operado no real é a realidade em si. Com essa composição de princípios, o pensamento simplificador é incapaz de conceber a conjunção do uno e do múltiplo. Unifica anulando a diversidade ou, então, justapõe a diversidade sem conceber a unidade. Chega-se, assim, à inteligência cega²⁴, que constrói conhecimentos pautados em verificações científicas, empíricas e lógicas mas que, simultaneamente, produz erros, ignorância e cegueira causados por excesso de simplificações (Morin, 2015).

A RSMC Institucional é uma estrutura que permite registrar conhecimentos unificados, nas formas de redes semânticas multiusuários, sem anular a diversidade, a visão pessoal, personalizada, de cada aprendiz. Assim, favorece a expansão do paradigma reducionista para outra forma de pensar, composta por outros princípios (Morin, 2015, p. 73-75): o dialógico, o da recursão organizacional e o hologramático.

Morin (*apud*) advoga a necessidade de expandir esse paradigma reducionista em uma outra forma de pensar composta por outros princípios: o dialógico, o da recursão organizacional e o hologramático. O dialógico permite manter a dualidade no seio da unidade: ele associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagônicos. No viver em sociedade, a recursão organizacional coloca cada indivíduo, recursivamente, como produto e produtor de cultura, linguagem, saberes adquiridos. A recursão rompe com a ideia linear de causa/efeito, produto/produtor, estrutura/superestrutura, já que tudo é produzido volta-se sobre o que o produz num ciclo ele mesmo autoconstitutivo, auto-organizador e autoprodutor. Morin inclui o princípio hologramático nos mundos biológico e sociológico. Da biologia, traz o fato de que cada célula contém a totalidade de informação genética do organismo. A ideia do holograma vai além do reducionismo, que só vê as partes, e do holismo, que só vê o todo. Neste ponto, apoia-se em Blaise Pascal: “Não posso conceber o todo sem as partes e não posso conceber as partes sem o todo”.

Em um primeiro olhar, Morin define a complexidade como um tecido de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas (*complexus*: o que é tecido junto). Num segundo momento, a complexidade é, efetivamente, o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações e acasos que constituem o nosso mundo fenomênico, apresentando

²⁴ Aqui, Morin refere-se a uma cegueira cognitiva associada, conforme o autor, ao uso degradado da razão.

assim traços do inextricável, da desordem, da ambiguidade e da incerteza. A dificuldade do pensamento complexo é que ele deve enfrentar um jogo infinito de inter-retroações, a solidariedade dos fenômenos entre eles, a bruma, a incerteza, a contradição (Morin, 2015, p. 13).

2.8.1 Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integradora e Pensamento Complexo

Ao explicar o que é aprendizagem significativa, Moreira (2012) diz que:

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. [...] A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (Moreira 2012, p. 5-6).

Pode-se estabelecer uma relação entre os processos de diferenciação e reconciliação, conforme proposto por Moreira (2016, 2012) e princípios do Pensamento Complexo de Morin. Mayr (1998) entende que as grandes revoluções científicas são, no fundo, revoluções conceituais. Isso significa que, com conceitos, vamos muito além de apontar regularidades em eventos ou objetos: construímos e damos significado a proposições lógicas que conduzem à aprendizagem significativa proposicional (Moreira, 2016).

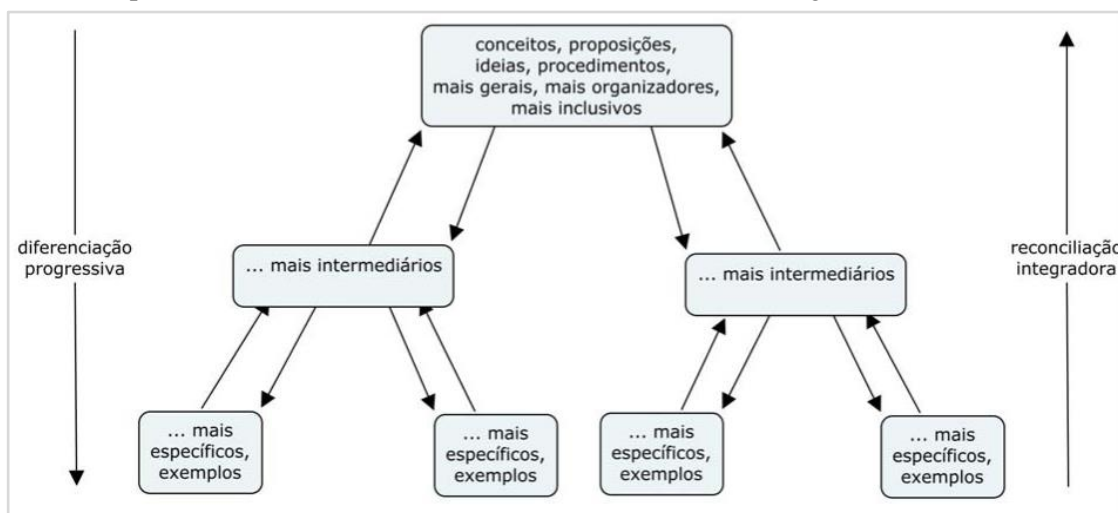
Ao se trabalhar com diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e inclusivas são incluídas no mapa e, então, progressivamente diferenciadas em detalhes e especificidades. Na reconciliação integrativa ocorre uma exploração de relações entre conceitos, ideias, proposições, apontando similaridades e diferenças importantes, reconciliando inconsistências reais ou aparentes. Moreira (2016) detalha esses processos de diferenciação e reconciliação associando-os a processos cognitivos inter-relacionados, concomitantes e simultâneos de combinação, superordenação e subordinação de subsunçores (Figura 17).

Esses processos de diferenciação, reconciliação e ampliação de significados relacionam-se ao pensamento complexo de Morin (2015), uma vez que se buscam respostas

para questionamentos elaborados pelo aprendiz em diferentes momentos de análise, síntese e relacionamento conceitual.

Masini e Moreira (2023) entendem que a originalidade da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel é o foco na relação, em suas várias vertentes: 1) relação do homem com o mundo que o cerca; 2) relação de quem ensina com aquele que aprende; 3) relação do compreender de quem ensina com o compreender de quem aprende; 4) relação do conteúdo a ser ensinado com o que aquele que aprende já conhece; 5) relação do que se propõe Ensinar com as condições de quem vai Aprender – seus interesses, nível de elaboração, representações e conceitos disponíveis nessa programação de ensino. Essa concepção de processo relacional, alicerce da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, implica a concepção de complexidade de Morin (2015), que diz respeito ao tecido dos acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações e acasos constituintes do contexto social, no qual está o ser que aprende.

Figura 17 – Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são interdependentes e simultâneas tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.



Fonte: Moreira (2012).

2.9 Considerações Finais sobre o Capítulo

Buscou-se, nesta fundamentação, reunir estudos e teorias relacionadas à temática da questão de pesquisa, que trata da investigação de como favorecer o desenvolvimento do pensamento e da linguagem, facilitando aquisições significativas de conhecimentos, com apoio de uma ferramenta educacional capaz de apoiar aprendizagens sociointeracionistas, inclusivas, presenciais ou a distância. O fechamento da fundamentação teórica com questões

epistemológicas de Morin e os processos de diferenciação/reconciliação de Masini e Moreira teve a finalidade de abrir discussões filosóficas, no âmbito da Informática na Educação, sobre individualidade, colaboração, cooperação, processos de análise e processos de síntese na construção de conhecimentos.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos relacionados a esta pesquisa foram buscados por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com três objetivos: 1) verificar o interesse acadêmico, em especial na área da Informática na Educação, em torno dos temas a serem tratados durante a tese; 2) minerar possíveis trabalhos relacionados; e 3) verificar o potencial de desenvolver uma tese com base da questão de pesquisa proposta. Passada essa fase, durante o andamento da pesquisa, conforme recomendações de Reategui (2020, p. 3), foi realizada uma segunda RSL que aprofundou a primeira, sendo ajustadas as palavras-chave da busca para os dados e resultados parciais obtidos. A primeira RSL foi realizada de forma tradicional, sem análises bibliométricas e, a segunda, apoiada por bibliometria. Neste texto, será descrita a segunda RSL, seus resultados e trabalhos encontrados. A primeira subseção lista os materiais utilizados, a qual informa a ferramenta utilizada por organizá-la e as empregadas para realizar as análises bibliométricas.

As subseções desta revisão iniciam com uma lista de materiais utilizados para a sua produção. Seguem a metodologia empregada, detalhes da sua condução, os resultados bibliográficos com análises bibliométricas e a conclusão da revisão.

3.1 Materiais

A ferramenta Parsifal (2024) foi utilizada para organizar o objetivo da RSL, seu escopo, as questões de pesquisa, as palavras-chave, a *string* de busca, as fontes, os critérios de inclusão, os critérios de exclusão e as bases acadêmicas. As buscas foram realizadas em acordo com as sintaxes de busca de cada base, solicitando exportação dos resultados para o formato de arquivo *bib* (Aria, 2021). Para as análises bibliométricas, optou-se por utilizar o pacote Bibliometrix²⁵, tendo em vista que o mesmo provê um conjunto completo de tabelas, gráficos, dados georreferenciados e funcionalidades para apoiar as referidas análises atuais. *Scripts* em linguagem de programação R²⁶ foram escritos e executados no ambiente RStudio²⁷. Ajustes

²⁵ Página inicial do pacote Bibliometrix: <https://www.bibliometrix.org/home>. Acesso em: 22 nov. 2023.

²⁶ Página inicial da linguagem R: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 22 nov. 2023.

²⁷ Página inicial do ambiente RStudio: <https://posit.co/download/rstudio-desktop>. Acesso em: 22 nov. 2023.

manuais de planilhas foram realizados com a ferramenta Excel. Por fim, a visualização dos dados bibliométricos da RSL foi realizada pela interface Biblioshiny do Bibliometrix.

3.2 Métodos

Esta subseção apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para realizar a RSL com análise bibliométrica. A bibliometria, subcampo da ciência da informação dedicado ao estudo de aspectos estatísticos e quantitativos da produção científica (Marques *et al.*, 2023), auxiliou a RSL em dois aspectos principais:

1. facilitação da junção e posterior exportação para o formato Excel de arquivos de referências bibliográficas em formato bib. Esse processo de junção removeu automaticamente referências duplicadas;
2. geração de sumários, gráficos, tabelas e mapas dos mais variados tipos, incluindo análises temporais e espaciais de fontes, autores, documentos, agrupamentos, estrutura conceitual, estrutura intelectual e estrutura social.

A base metodológica da RSL, como um todo, foi orientada por Kitchenham (2004), cujos procedimentos objetivam guiar pesquisadores a avaliar e a interpretar trabalhos publicados sobre tópicos relevantes para uma pesquisa em uma metodologia confiável e auditável.

O primeiro passo da revisão foi organizar seu objetivo, seu escopo (declarado em formato PICOC²⁸), suas questões de pesquisa, suas palavras-chave, sua string de busca padrão, suas fontes, seus critérios de inclusão, seus critérios de exclusão e suas bases de busca na Parsifal. Em seguida, foi realizada a busca nas bases, propriamente dita, exportando os resultados de cada base para um formato de arquivo *bib*. Os arquivos *bib* foram tratados e exportados para o formato Microsoft Excel (xlsx) em formatos compatíveis com a interface Biblioshiny.

²⁸ Acrônimo inglês para um conjunto de parâmetros de escopo de RSL (Parsifal, 2024): *Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Context*.

Visto que almejou-se pesquisar em cinco bases de busca – Scopus, Web of Science (WoS), ACM Digital Library, Engineering Village e ScienceDirect – e que os as únicas bases que exportam arquivos *bib* com metadados²⁹ nativamente suportados pelo Bibliometrix são a Scopus e a WoS (Aria, 2021), utilizou-se uma adaptação da proposta de Rodríguez-Soler *et al.* (2020). A ideia básica dessa adaptação foi compatibilizar os metadados dos arquivos *bib* gerados pela ACM Digital Library, Engineering Village e ScienceDirect para metadados da Scopus (sendo semanticamente equivalentes, poderia ter sido adaptado também para WoS). O primeiro passo consistiu em escrever um *script* em linguagem R para ler os arquivos *bib* dessas bases adicionais, transformando-os em *dataframes*³⁰ do Bibliometrix direcionados para o formato Scopus. Visto que não são originalmente arquivos Scopus, os metadados listados no Quadro 12 não são gerados, demandando um tratamento para esse problema. Um detalhamento da RSL realizada, assim como desse processo de ampliação das bases de busca, pode ser encontrado em Grandi *et al.* (2024h).

Quadro 12 – Metadados Bibliometrix tratados em conversões para Scopus.

Metadado	Conteúdo
C1	<i>Affiliation</i> (Afiliação)
CR	<i>Cited References</i> (Referências citadas)
DT	<i>Document Type</i> (Tipo de documento)
LA	<i>Language</i> (Idioma)
DOI (DI)	<i>Digital Object Identifier</i> (Identificador de Objeto Digital)
RP	<i>Corresponding Author</i> (Autor Correspondente)
DE	<i>Keywords</i> (Palavras-chave), não gerado ao converter para Scopus.
ID	<i>Keyword Plus</i> (Palavra-chave Mais), não gerado ao converter para WoS.

Fonte: O autor.

²⁹ Metadados são dados que fornecem informações sobre o conteúdo, a estrutura e a organização de outros dados.

³⁰ Estruturas de dados bidimensionais que armazenam dados em linhas e colunas. Cada linha em um dataframe representa uma observação ou registro, enquanto cada coluna representa uma variável ou atributo.

Sem os conteúdos desses metadados, várias funcionalidades providas pela interface *Biblioshiny* – informações principais, Lei de Lotka³¹ para autores, documentos mais citados globalmente, documentos mais citados localmente e historiográfico³² – seriam afetadas, deixando de apresentar respectivas informações textuais, gráficos, diagramas e mapas. Todavia, ao executar o procedimento descrito no Quadro 13, que ajusta arquivos *bib* para metadados Scopus, o Excel gerado para ser lido na interface *Biblioshiny* é ajustado, normalizando o funcionamento dessas funcionalidades.

Quadro 13 – Procedimento ajustado de geração de dados bibliométricos.

Passo	Fase	Execução
P1	Planejamento	Definição do escopo, escolha das fontes de busca, definição dos critérios de inclusão e exclusão.
P2	Execução	Execução das buscas nas bases acadêmicas, solicitando como saída arquivos <i>bib</i> .
P3	Processamento	Processamento com Bibliometrix em ambiente RStudio ³³ .
P3.1 Geração de arquivos Excel independentes		Para cada base de busca, converter arquivos <i>bib</i> para Excel. Finalidade: Permitir contagem de documentos encontrados por base.
P3.2 Conversão de arquivos <i>bib</i> para dataframes Bibliometrix		Conversão de arquivos <i>bib</i> ACM, Engineering Village e ScienceDirect para dataframes Scopus da Bibliometrix. Finalidade: permitir a junção desses arquivos a partir de metadados conhecidos pela Bibliometrix.
P3.3 Junção de dataframes Bibliometrix		Junção dos dataframes Bibliometrix, removendo automaticamente referências duplicadas e gerando um arquivo Excel consolidado. Finalidades: i) remoção automática de referências duplicadas (ganho de qualidade e de tempo em relação à remoção manual); ii) geração de um arquivo Excel inicial para tratamento posterior de ausência de metadados Bibliometrix.
P4	Tratamento de	Tratamento de metadados no Excel gerado com fontes ACM,

³¹ A Lei de Lotka, também conhecida como Lei do Quadrado Inverso, é uma lei da ciência da informação que descreve a distribuição de produtividade entre autores. De acordo com a regra matemática proposta por essa lei, o número de autores que produzem n publicações é inversamente proporcional ao quadrado de n . Em outras palavras, um pequeno número de autores produz um grande número de publicações, enquanto a maioria dos autores produz um pequeno número de publicações (Alvarado, 2002).

³² Uma análise historiográfica, em bibliometria, busca identificar tendências, padrões de desenvolvimento e mudanças nas perspectivas de pesquisa ao longo do tempo. Isso pode envolver o mapeamento de autores-chave, revistas influentes, conceitos fundamentais e marcos importantes na evolução da pesquisa sobre um tópico específico. Através dessa análise, pode-se compreender como as ideias e os debates científicos se desenvolveram, quais as áreas que receberam mais atenção em diferentes momentos e como novas abordagens ou paradigmas emergiram (Poje e Groff, 2022).

³³ Página inicial do ambiente RStudio online: <https://login.rstudio.cloud>. Acesso em 11 out 2023

Passo	Fase	Execução
	metadados	Engineering Village e ScienceDirect para permitir a carga normalizada na interface Biblioshiny, acrescentando colunas que estejam vazias, demandadas pelo dataframe Scopus da Bibliometrix: DT, LA, DI, RP, DE.
P5	Seleção de Documentos	Seleção de documentos conforme os critérios de inclusão e exclusão.
P6	Análises	Análises bibliométrica e bibliográfica, as quais podem ser executadas simultaneamente, uma retroalimentando os resultados da outra.
P6.1 Análise bibliométrica		Análises de gráficos, tabelas, diagramas e mapas na interface Biblioshiny buscando informações relevantes para a pesquisa em andamento.
P6.2 Análise bibliográfica		Análise em profundidade dos documentos selecionados a fim de responder às questões de pesquisa vinculadas à revisão de literatura executada

Fonte: O autor.

Seguindo-se esses procedimentos, foi possível realizar uma análise bibliográfica apoiada por bibliometria utilizando-se cinco bases de conhecimento no Bibliometrix, três além das duas oficialmente suportadas, o que ampliou consideravelmente a base inicial de busca (56,8% na busca realizada). A condução da RSL com esta adaptação de análise bibliométrica para ampliar as bases acadêmicas é o próximo tópico reportado.

3.3 Detalhamento da Condução

Com base no objetivo de analisar a literatura científica sobre temas relacionados à Questão de Pesquisa apresentada no Quadro 1, foi definido o escopo da revisão no formato PICOC, conforme enumera o Quadro 14.

Quadro 14 – Escopo PICOC da revisão sistemática da literatura.

Elemento	Definição
População	Pesquisadores da área da informática na educação.
Intervenção	Concluir sobre efeitos pedagógicos de Rede Semânticas de Mapas Conceituais (RSMC).
Comparação	Com práticas pedagógicas utilizando-se editores de mapas conceituais comuns.
Resultados Almejados	Reforço sistêmico da aprendizagem significativa em um enfoque de aprendizagem sociointeracionista.
Contexto	Ensino formal, do ensino fundamental ao superior.

Fonte: O autor.

Definido o escopo, foram estabelecidas as questões de pesquisa apresentadas no Quadro 15, para serem respondidas pelas análises bibliográfica e bibliométrica envolvendo os temas das redes semânticas, dos mapas conceituais, de tratamento de ambiguidades (para a devida contextualização de relações semânticas lexicais), de aprendizagem colaborativa e de aprendizagem cooperativa.

Quadro 15 – Questões de pesquisa da revisão sistemática da literatura.

Item	Subitem	Descrição
Q1		<p>Evolução dos temas associados à questão geral da pesquisa:</p> <p>Q1.1 Como estão evoluindo os estudos relacionados a redes semânticas com aprendizagem colaborativa ou aprendizagem cooperativa?</p> <p>Q1.2 Como estão evoluindo os estudos relacionados aos mapas conceituais com aprendizagem colaborativa ou aprendizagem cooperativa?</p>
Q2		Que tratamentos para desambiguação de conceitos têm sido aplicados a redes semânticas?
Q3		Existe um conceito formalizado de rede semântica de mapas conceituais?

Fonte: O autor.

Conforme exposto, para uma pesquisa abrangente, decidiu-se buscar documentos nas bases nativamente suportadas pela Bibliometrix (Scopus e WoS), mais ACM Digital Library, Engineering Village e ScienceDirect, capazes de serem convertidas para o formato Scopus, conforme o procedimento metodológico apresentado no Quadro 13.

Para ser incluído nesta revisão, o estudo necessitou ser relacionado a alguma prática

pedagógica que envolva mapas conceituais ou redes semânticas. Considerou-se importante o documento, independente do seu idioma de origem, apresentar seu resumo em inglês (*abstract*). Buscou-se valorizar pesquisas baseadas em dados primários e com rigor científico. Dessa forma, definiu-se por excluir estudos baseados em dados secundários ou literatura cinza. Para poder analisar os resultados, excluíram-se também publicações cujo texto completo não está disponível em inglês, português e espanhol. Por questão de abrangência, não foi incluído critério de exclusão baseado em data (Quadro 16).

Quadro 16 – Critérios de inclusão e exclusão da revisão sistemática da literatura.

Critérios de Inclusão (CI)	
CI-1	O estudo relaciona-se a pedagogia que envolva mapas conceituais ou redes semânticas.
CI-2	O estudo possui resumo em língua inglesa (<i>abstract</i>).
Critérios de Exclusão (CE)	
CE-1	O estudo é secundário, é uma metanálise ou não apresenta rigor científico.
CE-2	O estudo não se relaciona a pedagogia que envolva mapas conceituais ou redes semânticas.
CE-3	O texto completo do estudo não está disponível em inglês, português ou espanhol.

Fonte: O autor.

Com a finalidade de focalizar artigos que contribuam com a questão geral, definiu-se por buscar as palavras-chave da *string* de busca no título, no resumo e nas palavras-chave da publicação. Devido ao fato da pesquisa basear-se em uma arquitetura de RSMC Institucional, considerou-se importante buscar artigos contendo mapas conceituais ou redes semânticas com as demais palavras-chave. Sendo assim, a *string* de busca padrão ficou conforme apresentada no Quadro 17.

Quadro 17 – String de busca padrão da revisão sistemática da literatura.

("Concept Map" OR "Concept Maps" OR "Semantic Network" OR "Semantic Networks") AND ("Collaborative Learning" OR "Cooperative Learning")
--

Fonte: O autor.

Na etapa inicial de busca, foram encontrados 377 documentos nas bases acadêmicas nativamente suportadas pelo *Bibliometrix*: 154 na Scopus e 223 na WoS. Com o acréscimo de bases, chegou-se a um total de 540 publicações encontradas, representando um acréscimo de 56,8% no total inicial de documentos recuperados, sendo 20 da ACM Direct Library, 25 da ScienceDirect e 118 da Engineering Village. Ao juntar todos os arquivos em um programa escrito em linguagem R que permitiu a adição das bases não nativas, foi gerado um arquivo Excel em formato Bibliometrix removendo, automaticamente, 227 documentos duplicados (42%), restando um total de 314 publicações a serem analisadas na etapa de seleção. Essas informações estão sumarizadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Seleção de documentos por base de busca.

Fonte	Bases Bibliometrix	Bases Não Bibliometrix	Total
ACM	-	20	20
ScienceDirect	-	25	25
Eng. Village	-	118	118
WoS	154	-	154
Scopus	223	-	223
Total	377	163	540
Acréscimo Não Bibliometrix	-	214	214
Acréscimo % Não Bibliometrix	-	56,8%	56,8%
Duplicados removidos	-	-	227
% duplicados removidos	-	42,0%	42,0%
Total sem duplicados	-	-	313

Fonte: O autor.

Na primeira fase de exclusão, foram removidas 227 duplicidades, representando 42% do total de documentos encontrados. Essa remoção foi feita programaticamente em uma etapa de *script* em linguagem R, utilizando-se opções de remoção de duplicatas e junção do Bibliometrix, conforme podemos ver no Quadro 18.

Nessa operação, foram unificados cinco *dataframes* oriundos de arquivos bib: *df_scopus* (*bib* da Scopus), *df_wos* (*bib* da WoS), *df_scopus_acm* (*bib* da ACM), *df_scopus_engvill* (*bib* da *Engineering Village*) e *df_scopus_scidir* (*bib* da ScienceDirect),

sendo os três últimos transformados em *dataframes* Scopus. Após essa junção com remoção automática de duplicatas, foi gerado um arquivo Excel inicial.

Quadro 18 – Junção, remoção de duplicatas e geração de Excel inicial.

```
df_scopus_merge = mergeDbSources(df_scopus, df_wos, df_scopus_acm,
df_scopus_engvill, df_scopus_scidir, remove.duplicated = TRUE)
write.xlsx(df_scopus_merge, file = "scopus_merge.xlsx")
```

Fonte: O autor.

No passo seguinte, foram aplicados no Excel inicial critérios de exclusão, iniciando-se com CE-1 e CE-2, relativos a questões científico-pedagógicas. Por fim, foram realizados descartes relativos ao critério CE-3, relacionado à indisponibilidade dos textos completos das publicações. A Tabela 4 resume as etapas de exclusão fase a fase, sendo que, ao final, foram excluídos 335 estudos (65,7%), restando 185 documentos (34,3%) do total inicial de 540 publicações encontradas.

Tabela 4 – Exclusões de documentos por critério de exclusão.

Item	Exclusões				Remanescentes	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	%	Total	%
Busca inicial				0,0%	540	100%
Remoção de duplicados	227			42,0%	313	58,0%
Critério de exclusão CE-1		12		2,2%	301	55,7%
Critério de exclusão CE-2		73		13,5%	228	42,2%
Critério de exclusão CE-3			43	8,0%	185	34,3%
Total de exclusões			335	65,7%		

Fonte: O autor.

Na próxima subseção, são analisados os documentos remanescentes da busca inicial.

3.5 Resultados Bibliográficos e Análises Bibliométricas

Como dados gerais, após aplicados critérios de seleção, inclusão e exclusão, foram selecionados 185 documentos entre 1999 e 2023, apresentando uma taxa anual média de crescimento das publicações na ordem de 2,93%, o que indica uma continuidade de interesse pelos temas pesquisados, conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 – Principais informações da *Biblioshiny* para a pesquisa realizada.



Fonte: O autor.

Devido a pesquisas divulgadas sobre o uso pedagógico da ferramenta de aprendizagem colaborativa *Kit-Build Concept Map*, cujo principal objetivo é apoiar a aprendizagem através de um processo de leitura de conteúdos e posterior construção de mapas conceituais, a Universidade de Hiroshima tem se destacado como a principal fonte de referências sobre a área pesquisada, com 18 publicações no total, principalmente, a partir de 2017 (Hiroshima University, 2021). Os Estados Unidos apresentam a maior produção científica, com 34 publicações, seguido pela China, com 31. O Brasil aparece em oitavo lugar nesse critério. Em relação a citações, essa ordem inverte: China está na liderança, com 62 documentos, seguida pelos Estados Unidos, com 14. Em relação a citações, destaca-se que o Brasil não figura no ranqueamento. Seguem análises relativas às questões de pesquisa Q1 a Q3.

3.5.1 Trabalhos Relacionados

No escopo da RSL realizada, os trabalhos relacionados vinculam-se à Q1 – Evolução dos temas associados à questão geral da pesquisa: redes semânticas, mapas conceituais, aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa. O tema dos mapas conceituais lidera, empatado com a aprendizagem colaborativa, aparecendo em 74 documentos. A *Kit-Build Concept Map* é a principal ferramenta citada, em 19 publicações. Temas semânticos, os quais incluem as redes semânticas, são referenciados 12 vezes. A cooperação é citada em 23 documentos, uma fração de 31% em relação à colaboração, demonstrando um interesse maior à colaboração do que à cooperação ou, então, não há distinção entre essas duas práticas pedagógicas, visto que muitas vezes práticas cooperativas, na visão de Johnson e Johnson (1999), são relatadas como colaborativas.

A Rede Semântica SemNet

A rede semântica encontrada que possui a estrutura mais próxima das RSMCs propostas por este estudo é a SemNet de Fisher (1990), que se expande, em tamanho e dimensionalidade, dos mapas conceituais de Novak e Cañas (2010). O incremento de tamanho refere-se à quantidade de conceitos e de ligações entre eles. No aspecto da dimensionalidade, Fisher compara a visão bidimensional de um mapa conceitual tradicional com a multidimensionalidade de uma rede semântica. Os mapas conceituais na SemNet têm algumas diferenças em relação à proposta de Novak, tais como:

- Conceitos possuem uma representação multimídia: imagens, sons, textos, equações e outros sistemas simbólicos podem ser adicionados à representação do conceito, além de seu rótulo (nome);
- Várias ideias podem ser representadas em uma única estrutura de conhecimento.

A Figura 19.a mostra um mapa conceitual com duas ideias sobre o corpo humano representadas em estruturas únicas de conhecimento: 1) ser composto por proteínas, carboidratos e lipídios; e 2) ser mamífero e primata. Percebemos, nessa forma de representação, um incremento da capacidade de síntese em relação ao mapa conceitual da Figura 19.b, elaborado conforme as recomendações de Novak. Todavia, a condensação de ideias pode limitar capacidades de representações semânticas. Vemos, na Figura 19.b, uma associação

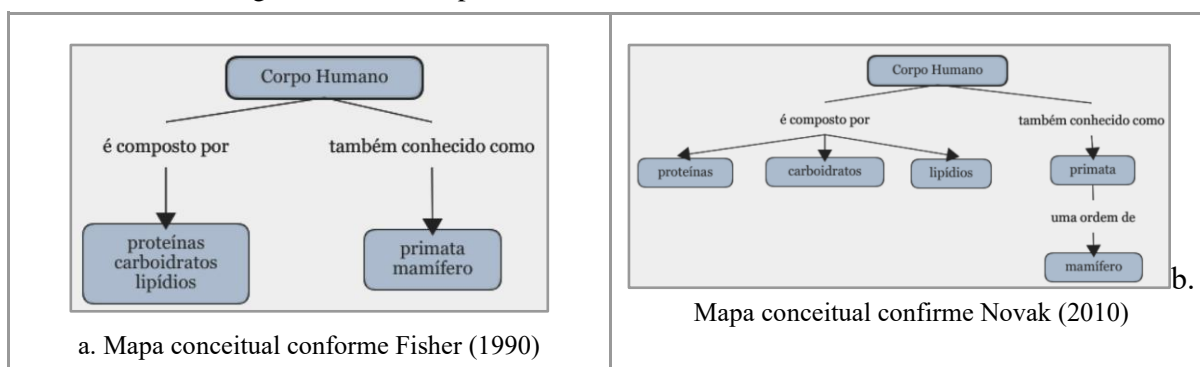
entre “primata” e “mamífero” através da frase de ligação “uma ordem de”, permitindo-nos concluir que os primatas são uma ordem dos mamíferos, proposição lógica ausente na representação do mapa conceitual da Figura 19.a.

Outro risco associado à representação de mais de uma ideia em uma única estrutura de conhecimento reside numa maior dificuldade de associar conceitos entre diferentes ramos devido ao excesso de informações contida em cada caixa conceitual. Essa dificuldade pode criar uma tendência maior a topologias hierárquicas do que em rede. Uma topologia em rede indica uma visão integrada sobre os conceitos do tema trabalhado, representando uma aprendizagem mais significativa (Kinchin *et al.*, 2000).

Essa mesma dificuldade associativa pode existir entre conceitos pertencentes a diferentes mapas conceituais em uma RSMC. Também associada à estruturação de conhecimentos como conceitos, a ideia multimídia de representar conceitos através de textos, considerada natural por Fisher (1990), é desestimulada por Novak e Cañas, visto que textos formam “frases na caixa”, o que não é recomendado em mapas conceituais:

... deve-se evitar “frases nas caixas”, ou seja, frases completas usadas como conceitos, uma vez que isso geralmente indica que toda uma subseção do mapa poderia ser elaborada a partir da frase na caixa (Novak e Cañas 2010, p. 17).

Figura 19 – Um mapa conceitual conforme Fisher versus Novak.



Fonte: Grandi *et al.* (2024c).

A Vidya Network possui características distintas em relação ao SemNet, apesar de ambas as ferramentas educacionais terem sido concebidas a partir de alguns princípios pedagógicos e arquitetônicos semelhantes. A proposta de rede semântica de mapas conceituais (RSMC) da Vidya Network utiliza a estrutura original dos mapas conceituais conforme Novak, mantendo a representação de ideias individualizadas em vez de listas, conforme sugere Fisher

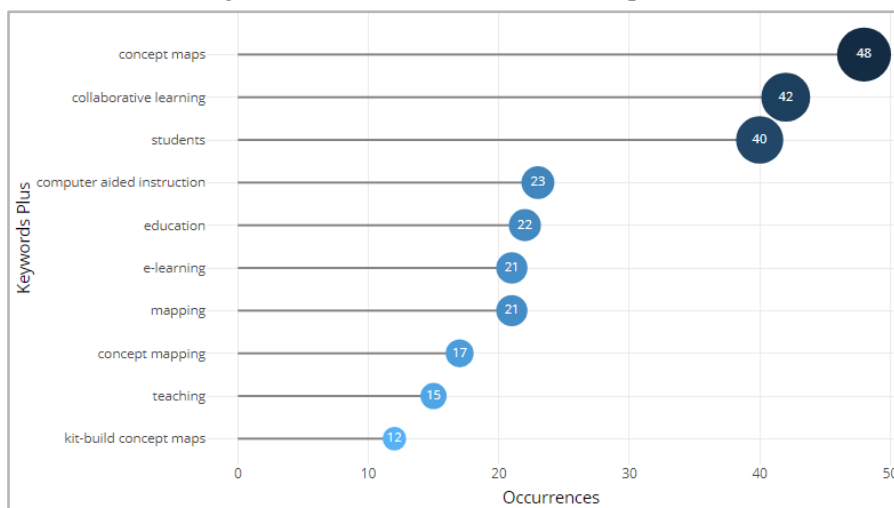
(1990). Mantém também a sugestão de Novak e Cañas (2010) de construir uma questão focal como ponto de partida, uma pergunta que especifica claramente o que o mapa deve representar.

Outra diferença em relação à SemNet é a designação de um contexto para cada mapa conceitual, visto que cada mapa expressa um sentido no contexto do domínio de conhecimento representado. Também distingue a RSMC da Vidya Network o uso unificado de textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais para o desenvolvimento do pensamento e da linguagem, conforme vimos na Figura 1. A Vidya Network também se difere em relação à SemNet por formar uma Rede Interdisciplinar e Colaborativa de Conhecimentos (Figura 3) em um ambiente multilíngue voltado ao ensino formal.

3.5.2 Palavras-Chave Mais Frequentes

Dentre as diversas informações fornecidas pela interface Biblioshiny, uma considerada relevante para compreender a evolução das pesquisas em torno dos temas relacionados à RSL realizada é a quantidade de palavras-chave mais frequentes (Figura 20). Destacam-se três: mapas conceituais, aprendizagem colaborativa e alunos. Lematizando, podemos reunir *concept maps*, *mapping*, *concept mapping* e *kit-build concept maps*, e percebemos um grande destaque para a temática dos mapas conceituais, com 98 ocorrências. A aprendizagem colaborativa (*collaborative learning*) vem em segundo lugar, com 42 ocorrências. Completam a lista das palavras mais frequentes vocábulos diretamente associados a práticas pedagógicas: alunos (*students*), aprendizagem assistida por computadores (*computer-aided instruction*), aprendizagem eletrônica (*e-learning*) e ensino (*teaching*). A alta frequência das palavras-chave em torno dos mapas conceituais demonstra a força dessa técnica em relação à temática pesquisada na RSL, em especial considerando-se a aprendizagem colaborativa, que vem em segundo lugar.

Figura 20 – Palavras-chave mais frequentes.

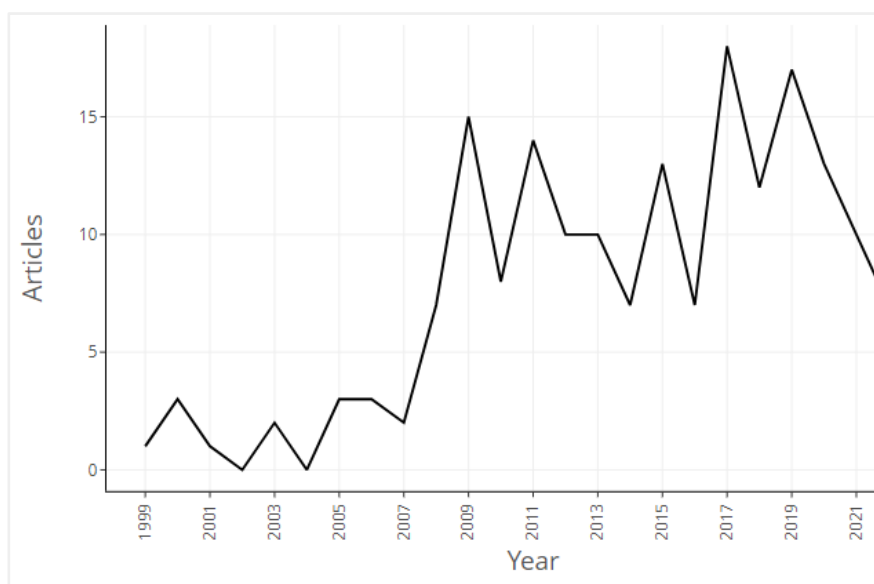


Fonte: O autor.

3.5.3 Produção Científica Anual

Outra questão de interesse para a pesquisa são as tendências de produção científica anual acerca dos temas relacionados à RSL. Considerando os 185 documentos selecionados para análise final, 59 deles foram publicados nos últimos cinco anos (2018 a 2022), o que demonstra uma sustentação de linhas de pesquisa relacionadas. Todavia, percebeu-se uma queda de publicações nos anos de 2021 e 2022. Podemos visualizar essas tendências no gráfico de artigos por ano apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Artigos selecionados por ano.



Fonte: O autor.

3.5.4 Instituições Mais Relevantes

A instituição que mais se destacou na publicação de artigos relacionados aos temas da RSL foi a *Hiroshima University* (Japão), devido a suas pesquisas com o editor colaborativo de mapas conceituais Kit-Build Concept Map. Percebe-se uma predominância de pesquisas realizadas em instituições asiáticas: Das dez mais relevantes, oito estão nesse continente, enquanto que somente duas estão localizadas na Europa (Figura 22), sendo elas: *National Chiao Tung University* (Taiwan), *University of Brawijaya* (Indonésia), *National Taiwan University of Science and Technology* (Taiwan), *National University of Tainan* (Taiwan), *Universitas Indonesia* (Indonésia), *Aristotle University of Thessaloniki* (Grécia), *Central China Normal University* (China) e *Graz University of Technology* (Austria).

Figura 22 – Instituições mais relevantes.

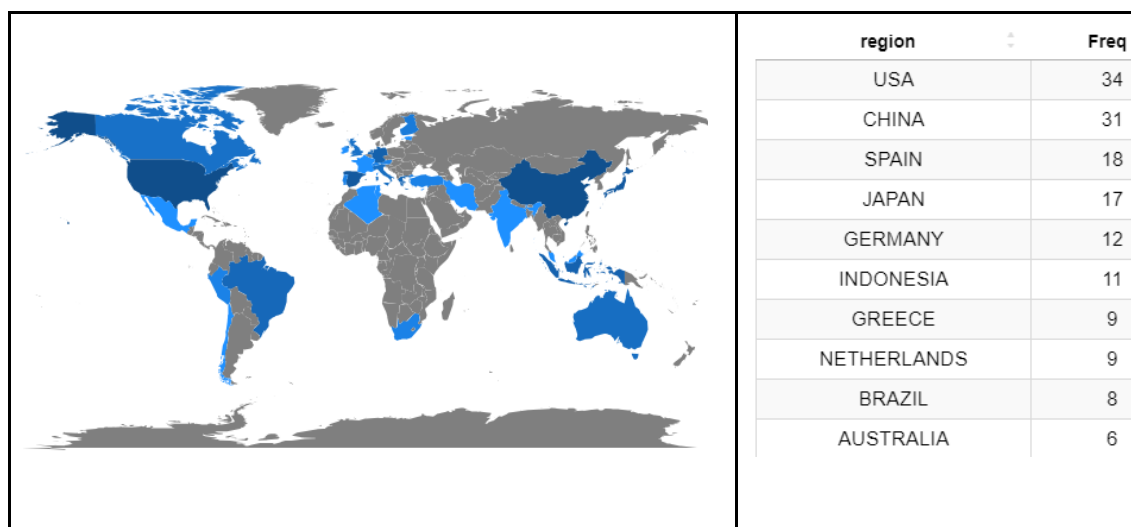
Affiliation	Articles
HIROSHIMA UNIVERSITY	18
NATL CHIAO TUNG UNIV	5
UNIVERSITAS BRAWIJAYA	5
NATIONAL TAIWAN NORMAL UNIVERSITY	4
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	4
NATL TAINAN TEACHERS COLL	4
UNIVERSITAS INDONESIA	4
ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI	3
CENT CHINA NORMAL UNIV	3
GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	3

Fonte: O autor.

3.5.5 Contribuição Científica por País

Na perspectiva de contribuição científica por país, quem se destaca são os Estados Unidos (34 publicações), seguido da China (31), Espanha (18), Japão (17) e Alemanha, fechando os cinco países de maior destaque. O Brasil aparece em nona posição, com oito publicações (Figura 23).

Figura 23 – Contribuição científica por país.



Fonte: O autor.

3.5.6 Tratamentos para desambiguação de conceitos em redes semântica (Q2)

Foram encontrados dois estudos que tratavam a questão da ambiguidade de conceitos em redes semânticas. Moshkin *et al.* (2021) propuseram um algoritmo que estende, automaticamente, o núcleo de uma ontologia definida na Linguagem de Ontologia para Web (OWL) através de análises semânticas de recursos Wiki de uma organização. O algoritmo proposto trata ambiguidades comparando conjuntos de contextos de termos homônimos em páginas Wiki. Concluíram que a precisão da rede semântica gerada foi de 70%.

Na área da geografia, Ballatore *et al.* (2013) propuseram a utilização de um algoritmo baseado em análise de citações (quando dois ou mais documentos ou autores são citados juntos em uma pesquisa posterior, indicando uma proximidade temática, conceitual ou metodológica entre os citados) para computar semelhanças de conceitos de uma rede semântica de terceirização coletiva (*crowdsourced*) baseada em dados voluntariamente fornecidos ao OpenStreetMap, um banco de dados geográfico aberto e colaborativo.

3.5.7 Conceito de rede semântica de mapas conceituais (Q3)

Analisados os documentos selecionados, não foi identificado o conceito de rede semântica baseada em construtos de mapas conceituais.

3.5 Conclusão da Revisão

Esta revisão iniciou-se a partir de dois objetivos associados: 1) apresentar um processo bibliométrico especializado com uso o pacote Bibliometrix, incluindo arquivos bib gerados pela ACM, ScienceDirect e Engineering Village, além das fontes de busca originalmente suportadas, que são a Scopus e WoS; e 2) apresentar uma revisão sistemática da literatura apoiada por esse processo bibliométrico especializado sobre RSMC. Em relação ao primeiro objetivo, conclui-se que as técnicas bibliométricas auxiliaram principalmente nos seguintes aspectos:

- 1) visto que a abrangência foi um critério importante desta revisão, o processo de adaptação para inclusão de bases acadêmicas, além das nativamente suportadas pelo Bibliometrix, contribuiu para um aumento inicial de documentos recuperados na ordem de 42%, o que se considerou importante para o objetivo de amplitude da pesquisa;
- 2) com poucas linhas de programação foi possível juntar arquivos bib, eliminando, programaticamente, os documentos duplicados. O ganho de tempo e qualidade nesta etapa do processo foi significativo.

Quanto aos objetivos acadêmicos, entende-se que o resultado de maior relevância foi não encontrar na literatura um conceito equivalente ao apresentado de rede semântica de mapas conceituais. Outro ponto de destaque foi encontrar a *Kit-Build Concept Map* (uma ferramenta colaborativa de edição de mapas conceituais) e o ConceptMapWiki (uma ferramenta wiki baseada em mapas conceituais) como trabalhos correlatos.

Na parte quantitativa, trabalhos sobre os temas de busca continuam a ser publicados, demonstrando um interesse crescente, na ordem de 2,93%, principalmente em relação a práticas pedagógicas colaborativas relacionadas a mapas conceituais. Nota-se a presença de abordagens inovadoras, como nos casos dos trabalhos relacionados. O *Kit-Build Concept Map*, por exemplo, levou a Universidade de Hiroshima a uma posição de destaque sobre aprendizagem colaborativa de mapas conceituais, principalmente a partir de 2017. Em nível de Brasil, o país continua publicando (8º lugar).

Visto que a RSL visou dar suporte a uma pesquisa em andamento sobre o favorecimento da aprendizagem significativa e da aprendizagem sociointeracionista utilizando-se a ferramenta educacional Vidya Network, cujos recursos educacionais são estruturados e disponibilizados na forma de uma RSMC Institucional. Os trabalhos futuros estão focados na realização de quase-experimentos pedagógicos para validar essa questão geral de pesquisa, de natureza

interdisciplinar, vinculada à Informática da Educação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa foi particionada em materiais e métodos, com o objetivo de organizar, na subseção Materiais, os principais insumos computacionais utilizados na pesquisa e, na subseção de Métodos, as definições relativas ao processo de realização da pesquisa, desde as etapas de planejamento, passando pela execução e, por fim, pelos procedimentos de coleta e análise de dados, seguindo sugestões do Council of Science Editors (2022).

4.1 Materiais

A SEMAP foi desenvolvida na Linguagem de Ontologia para Web (OWL³⁴), a qual permite descrever e compartilhar, formalmente, significados em domínios específicos. O editor de ontologias utilizado foi o Protégé³⁵ da Universidade de Stanford.

Para o desenvolvimento da Vidya Network, foram utilizados:

- **Na camada de *back-end*:** Linguagem de programação Java 8³⁶, devido à disponibilidade do *framework* de desenvolvimento Spring Boot³⁷, Thymeleaf³⁸ para criação de páginas dinâmicas, mapeamento objeto-relacional maduro com *framework* Hibernate³⁹, processamento de linguagem natural com biblioteca OpenNLP⁴⁰ do Projeto Apache e outras bibliotecas auxiliares.
- **Na camada de *front-end*:** Linguagem HTML5⁴¹, com linguagem JavaScript para tratar eventos e CSS para estilizar elementos HTML, com *frameworks*: a) JQuery⁴² para facilitar o tratamento geral de funções JavaScript; b) Bootstrap que simplifica e acelera o desenvolvimento de interfaces web responsivas; e c)

³⁴ Do inglês, *Ontology Web Language*.

³⁵ Página inicial do Protégé. < <https://protege.stanford.edu> >. Acesso em 22/02/24.

³⁶ Página inicial da Linguagem Java. < <https://www.java.com> >. Acesso em 20/05/23. Observa-se que tanto a escolha da versão da linguagem como das demais bibliotecas, ferramentas e *frameworks* refletiu o estado da arte no início do desenvolvimento da Vidya Network entre 2020 e 2021. Atualizações das versões escolhidas poderão ser realizadas, portanto, em trabalhos futuros.

³⁷ Página inicial do projeto Spring Boot < <https://spring.io/projects/spring-boot> >. Acesso em 20/05/23.

³⁸ Página inicial do projeto Thymeleaf < <https://www.thymeleaf.org> >. Acesso em 20/05/23.

³⁹ Página inicial do projeto Hibernate. < <https://hibernate.org> >. Acesso em 20/05/23.

⁴⁰ Página inicial do projeto Apache OpenNLP < <https://opennlp.apache.org> >. Acesso em 20/05/23.

⁴¹ Quinta versão da Linguagem de Marcação de Hipertexto (HTML).

⁴² Página inicial do projeto JQuery < <https://jquery.com> >. Acesso em 20/05/23.

Font Awesome⁴³, que incorpora ícones vetoriais facilmente escaláveis em projetos web, proporcionando uma ampla variedade de ícones com estilo e consistência.

- **Para a persistência de banco de dados:** O sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL, por prover um banco de dados relacional gratuito, com uma boa comunidade de software e qualidade.
- **Para o controle de melhorias:** Utilizou-se o controle de *issues* da plataforma de desenvolvimento de software GitLab⁴⁴. Um *issue* é um registro utilizado para rastrear e discutir problemas específicos, novos recursos, melhorias ou qualquer outra atividade relacionada ao desenvolvimento de um software.

Para coleta e análise de dados para a pesquisa:

- **Questionários online:** *Google Forms*, ferramenta gratuita da Google que facilita a aplicação de pesquisas com questões objetivas e dissertativas, permitindo realizar validações de conteúdo, personalizar temas, *feedbacks* e especificar como as respostas são coletadas e protegidas.
- **Entrevistas pessoais:** Foi utilizada gravação em telefone móvel e transcrição em Microsoft Word.
- **Consultas a banco de dados:** programas em linguagem Java e linguagem de consulta estruturada (SQL).
- **Tratamento de dados coletados e geração de gráficos:** planilhas eletrônicas Excel.

⁴³ Página inicial do Font Awesome: <https://fontawesome.com>. Acesso em: 20 jan. 2024.

⁴⁴ Página inicial do Gitlab: <https://gitlab.com>. Acesso em: 20 jan. 2024.

4.2 Métodos

Esta subseção inclui a natureza, o objetivo da pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados: definição da ontologia, prototipação, criação do Produto Viável Mínimo⁴⁵ (PVM), criação da versão inicial da Vidya Network e a realização de estudos de campo para validação pedagógica com aproveitamento dos *feedbacks* recebidos para melhoria continuada da ferramenta educacional.

4.2.1 Natureza e Objetivo de Pesquisa

Esta tese é de natureza aplicada, objetivando gerar conhecimento a partir de uma aplicação prática, conforme descrito por Fonseca (2002), envolvendo um problema específico: criar uma ferramenta educacional baseada em uma RSMC Institucional e validá-la pedagogicamente. Em relação aos objetivos, enquadra-se como uma pesquisa exploratória (Reategui, 2020), visto que os conhecimentos sobre as técnicas pedagógicas empregadas para a criação da Vidya Network, apesar de existentes, não eram integrados na forma de uma ferramenta educacional unificada antes de sua existência.

A validade da criação de mapas conceituais, do desenvolvimento de textos dissertativos e do estudo de relações semânticas lexicais entre conceitos – técnicas de desenvolvimento cognitivo conceitual unificado na Vidya Network (vide Figura 1.6), assim como a arquitetura cooperativa do debate de teses, os fóruns de discussão e os *chats* educacionais, já foram validadas, individualmente, quanto a suas contribuições pedagógicas no ensino formal, em seus respectivos contextos de aplicação.

Isto posto, esta pesquisa buscou validar a aplicabilidade dessas técnicas conjugadas em uma arquitetura de RSMCs institucionais. Para esse propósito, foi observado não somente o software de experimentação, a Vidya Network, mas também o seu conjunto de tutoriais, averiguando se possuem a qualidade necessária para apoiar, efetivamente, processos educacionais no ensino formal.

⁴⁵ Um produto viável mínimo é uma versão simplificada de um produto ou serviço que inclui apenas as funcionalidades essenciais necessárias para atender às necessidades dos primeiros usuários e validar hipóteses, sem gastar recursos excessivos no desenvolvimento de recursos adicionais.

Em relação às questões pedagógicas, a pesquisa enfatizou a importância do engajamento e da satisfação ao usar a ferramenta, tanto para o professor quanto para o aprendiz. De outra forma, dificilmente existirá uma política institucional de sua adoção em escolas. A literatura reporta diversas maneiras para mensurar o engajamento de estudantes, incluindo questionários com questões objetivas, questionários com respostas abertas, entrevistas e o método da observação direta (Rajabalee e Santally, 2021). Em dois estudos de campo realizados em conjunto com pesquisas sobre o *Magneton*⁴⁶, foram realizados experimentos controlados, dividindo-se as turmas em grupos experimental e de controle. Todos esses métodos foram utilizados para obter dados para esta pesquisa, sendo cada método escolhido em acordo com o contexto da intervenção realizada (Malhotra, 2001).

O modelo de avaliação da qualidade de software da Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 2023a, 2023b) serviu de guia de avaliação da capacidade da Vidya Network de atender às necessidades pedagógicas para as quais foi projetado. Essa norma define um modelo de qualidade composto por nove características, que são subdivididas em um total de 40 subcaracterísticas, organizadas conforme exposto no Quadro 19.

Quadro 19 – Características e subcaracterísticas da Norma ISO/IEC 25010.

Característica 1 – Adequação Funcional⁴⁷ Capacidade de fornecer funções que atendam às necessidades declaradas e implícitas dos usuários. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Completeness funcional	Capacidade de fornecer funções que abrangem todas as tarefas especificadas e os objetivos pretendidos dos usuários.
Correção funcional	Capacidade de fornecer resultados precisos.
Adequação funcional	Capacidade de fornecer funções que facilitam a realização de tarefas e objetivos específicos.
Característica 2 – Capacidade de Interação⁴⁸ Capacidade de interagir através da interface do usuário para completar as tarefas. Visão de avaliação: em Uso.	
Reconhecimento de Adequação	Capacidade de ser reconhecido pelos usuários como apropriado para suas necessidades.
Capacidade de	Capacidade de fazer com que seus usuários aprendam a usar suas funções em um

⁴⁶ Pesquisas realizadas por Moro (2024) sobre o apoio à observação reflexiva do aluno proporcionado pelo *chatbot* educacional *Magneton* aplicado em um cenário de sala de aula invertida para apoiar a experimentação em laboratório virtual sobre circuitos elétricos e eletromagnetismo de Faraday. *Chatbot* disponível em: <https://magneton-site.vercel.app>. Acesso em: 12 abril 2024.

⁴⁷ Na edição anterior da Norma, de 2011, esta característica era denominada Funcionalidade.

⁴⁸ Na edição anterior da Norma, de 2011, esta característica era denominada Usabilidade.

Aprendizagem	determinado período de tempo
Operabilidade	Capacidade de facilitar a operação de suas funções por seus usuários.
Proteção Contra Erros dos Usuários	Capacidade de evitar erros de operação dos usuários.
Engajamento dos Usuários	Capacidade de apresentar funções e informações de maneira convidativa e motivadora, incentivando a interação contínua.
Inclusividade de Usuários	Capacidade de ser utilizado por pessoas de diferentes experiências de vida (<i>backgrounds</i>).
Assistência aos Usuários	Capacidade de ser usado por pessoas com a mais ampla gama de características e habilidades para atingir seus objetivos.
Autodescritividade	Capacidade de apresentar informações apropriadas, quando necessário para o usuário, para tornar suas capacidades e uso imediatamente óbvios para o usuário, sem interações excessivas.
Característica 3 – Segurança Capacidade de proteger informações e dados. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Confidencialidade	Capacidade de garantir que os dados sejam acessíveis apenas àqueles autorizados a ter acesso.
Integridade	Capacidade de garantir que o estado do sistema e dos dados estejam protegidos contra modificações ou exclusões não autorizadas, seja por ação maliciosa ou erro de computador.
Não-repúdio	Capacidade de provar que ações ou eventos ocorreram, de modo que os eventos ou ações não possam ser repudiados posteriormente.
Responsabilidade	Capacidade de permitir que as ações realizadas sejam rastreadas.
Autenticidade	Capacidade de provar que a identidade de um sujeito ou recurso é aquela reivindicada.
Resistência	Capacidade de sustentar operações enquanto está sob ataque de um ator mal-intencionado.
Característica 4 – Segurança Operacional Capacidade de evitar um estado operacional em que a vida humana, a saúde, propriedades ou o meio ambiente estejam em perigo. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Restrição Operacional	Capacidade de restringir sua operação dentro de parâmetros ou estados seguros ao encontrar perigo operacional
Identificação de Riscos	Capacidade de identificar um curso de eventos ou operações que podem expor vidas, propriedades ou meio ambiente a riscos inaceitáveis.
Proteção Contra Falhas	Capacidade de se colocar, automaticamente, em um modo de operação seguro ou de reverter para uma condição segura em caso de falha.
Alertas de Perigo	Capacidade de fornecer alertas de riscos inaceitáveis para operações ou controles internos, para que possam reagir em tempo suficiente para sustentar operações seguras.
Integrações Seguras	Capacidade de manter a segurança dos dados durante e após a integração com um ou mais componentes.

Característica 5 – Eficiência de Desempenho Capacidade de executar funções dentro de parâmetros de tempo e rendimento especificados e de ser eficiente no uso de recursos. Visão de avaliação: em Uso.	
Comportamento do Tempo	Capacidade de executar sua função de modo que o tempo de resposta e as taxas de transferência atendam aos requisitos.
Utilização de Recursos	Capacidade de não usar mais do que a quantidade especificada de recursos para desempenhar sua função.
Capacidade	Capacidade de atender aos requisitos dos limites máximos especificados.
Característica 6 – Compatibilidade Capacidade de trocar informações com outros produtos e de executar as funções exigidas enquanto compartilha um mesmo ambiente e recursos comuns. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Coexistência	Capacidade de desempenhar as funções exigidas de forma eficiente, ao mesmo tempo que compartilha um ambiente e recursos comuns com outros produtos, sem impacto prejudicial em qualquer outro produto.
Interoperabilidade	Capacidade de trocar informações com outros produtos e usar mutuamente as informações que foram trocadas.
Característica 7 – Confiabilidade Capacidade de executar funções especificadas sem falhas sob operação normal. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Ausência de Falhas	Capacidade de executar funções especificadas sem falhas sob operação normal.
Disponibilidade	Capacidade de ser operacional e acessível quando necessário para uso.
Tolerância a Falhas	Capacidade de funcionar conforme pretendido, apesar da presença de falhas de hardware ou software.
Recuperabilidade	Capacidade de recuperar os dados diretamente afetados e restabelecer o estado desejado do sistema em caso de interrupções ou falhas.
Característica 8 – Flexibilidade Capacidade de ser adaptado a mudanças em seus requisitos, contextos de uso ou ambiente de execução. Visão de avaliação: Interna ou Externa.	
Adaptabilidade	Capacidade de ser adaptado ou transferido de forma eficaz e eficiente para diferentes hardwares, softwares ou outros ambientes operacionais ou de uso.
Escalabilidade	Capacidade de lidar com cargas de trabalho crescentes ou decrescentes ou para adaptar sua capacidade.
Instalabilidade	Capacidade de ser instalado e desinstalado com sucesso de forma eficaz e eficiente nos ambientes necessários.
Substituibilidade	Capacidade de substituir outros produtos com a mesma finalidade no mesmo ambiente.
Característica 9 – Manutenibilidade Capacidade de ser modificado pelos mantenedores com eficácia e eficiência. Visão de avaliação: Interna.	
Modularidade	Capacidade de inibir que alterações em um componente afetem outros.
Reusabilidade	Capacidade de ser usado em mais de um sistema ou na construção de outros.

Analisabilidade	Capacidade de ser avaliado de forma eficaz e eficiente em relação ao impacto de uma alteração pretendida em uma ou mais de suas peças, para diagnosticá-lo quanto a deficiências ou causas de falhas, ou para identificar peças a serem modificadas.
Modificabilidade	Capacidade de ser modificado de forma eficaz e eficiente sem introduzir defeitos ou degradar a qualidade do produto existente.
Testabilidade	Capacidade de permitir que testes objetivos e viáveis sejam projetados e executados para determinar se requisitos são atendidos.

Fonte: Adaptado de ISO/IEC (2023b).

Em relação aos tipos de avaliação da qualidade, essa norma define três formas básicas: interna, externa e em uso. A avaliação da qualidade interna é voltada à equipe de desenvolvimento e está relacionada aos processos de garantia de qualidade do fornecedor. A externa é relacionada a processos de verificação de atendimento a especificações e requisitos, usualmente envolvendo especialistas e a equipe de desenvolvimento. A avaliação em uso, por fim, relaciona-se a processos de validação, voltados a avaliar se o produto atende às necessidades de seus usuários finais. Nesta pesquisa, foram definidos os seguintes processos e responsáveis pelas avaliações:

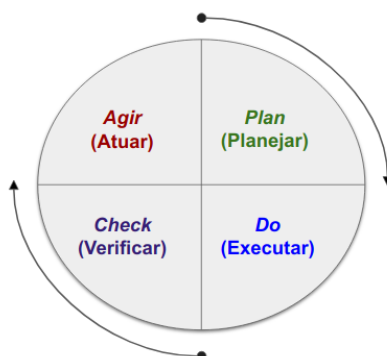
- **Avaliação interna da qualidade:** equipe de pesquisa;
- **Avaliação externa da qualidade:** professores e coordenadores pedagógicos realizando avaliações como especialistas em suas respectivas áreas de conhecimento, sem envolver alunos;
- **Avaliação em uso:** alunos e professores durante processos formais de aprendizagem, presenciais ou a distância.

Foi adotada uma abordagem de melhoria contínua da Vidya Network, baseada em Ciclos PDCA⁴⁹ (Lewis, 2020), conforme exemplifica a Figura 24. Para acompanhar o atendimento de sugestões de melhorias (reportadas por professores, alunos e coordenadores pedagógicos), observações de melhorias, (reportadas pela equipe de pesquisa), ajustes e correções, foram registradas questões (*issues*) na plataforma GitLab⁵⁰. Quando aprovadas as questões registradas, as mesmas foram sendo priorizadas, implementadas, testadas e disponibilizadas no ciclo seguinte de entrega de uma nova versão aprimorada.

⁴⁹ A sigla PDCA vem do inglês: *Plan* (Planejar), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir).

⁵⁰ Gitlab. Disponível em: <https://gitlab.com>. Acesso em: 16 mar. 2023.

Figura 24 – Ciclos PDCA.



Fonte: Adaptado de Lewis (2020).

Durante o processo de validação pedagógica, a Vidya Network foi considerada pedagogicamente eficaz quando os ciclos de melhoria o deixaram suficientemente adequado para satisfazer as necessidades cognitivas, operacionais e de usabilidade, tanto de professores como de alunos, capazes de produzir um efeito de engajamento suficiente para alcançar potenciais usos institucionais da ferramenta.

4.2.3 Coleta e Análise de Dados

Para analisar os resultados da pesquisa, foram coletados tanto dados qualitativos quanto quantitativos, caracterizando-a, portanto, como quali quantitativa (Gerhardt e Silveira, 2009). Dados quantitativos tiveram origem em questionários *online* e consultas ao banco de dados da Vidya Network. Os dados qualitativos tiveram origem em questões abertas de questionários *online*, questionários respondidos por e-mail, entrevistas e observação direta de reações de participantes ao utilizar a ferramenta educacional.

Como guia de elaboração dos questionários, utilizou-se a metodologia descrita por Malhotra (2001), que sugere um processo disciplinado, composto por 10 fases sequenciais:

1. Especificar as informações necessárias;
2. Especificar o tipo de método de entrevista;
3. Determinar o conteúdo de perguntas individuais;
4. Planejar as perguntas de forma a superar a incapacidade e a falta de vontade do entrevistado de responder;
5. Decidir sobre a estrutura da pergunta;
6. Determinar o enunciado da pergunta;
7. Organizar as perguntas na ordem adequada;

8. Identificar o formato e o leiaute;
9. Reproduzir o questionário;
10. Fazer um pré-teste do questionário.

Já as análises qualitativas de conteúdo seguiram as recomendações de Sousa e Santos (2020), que destacam a importância de se compreender a contextualização do estudo em pesquisas de campo, propondo a aplicação da técnica em três fases subsequentes:

1. Pré-análise: levantamento de hipóteses e formulação de indicadores;
2. Exploração do material: criação de categorias;
3. Tratamento de dados: interpretação dos dados e informações coletadas.

4.2.3 Procedimentos Metodológicos de Desenvolvimento e Validação Pedagógica

Para a realização de uma análise semântica de características necessárias para o desenvolvimento da Vidya Network, foi criada a ontologia SEMAP (descrita adiante), a qual incluiu a definição de entidades, propriedades, restrições e criação de instâncias. Concomitantemente, foi sendo evoluído um protótipo funcional para visualizar as concretizações das ideias semânticas expressas na ontologia e realizar ajustes.

Finalizadas essas análises, foi desenvolvido um PVM da Vidya Network objetivando possibilitar a realização de testes-piloto. Realizados esses testes e correções necessárias, foi criada a versão inicial da ferramenta para os primeiros testes de campo. Em cada estudo de campo, *feedbacks* e potenciais observações de melhoria foram sendo registrados como questões (*issues*) na plataforma GitLab.

Aprovadas as melhorias, utilizando-se critérios de necessidade, esforço e viabilidade, foram sendo disponibilizadas novas versões aprimoradas até que as necessidades pedagógicas de professores e alunos estivessem suficientemente adequadas em relação aos objetivos pedagógicos definidos na questão de pesquisa (Quadro 1).

4.2.4 Ontologia SEMAP

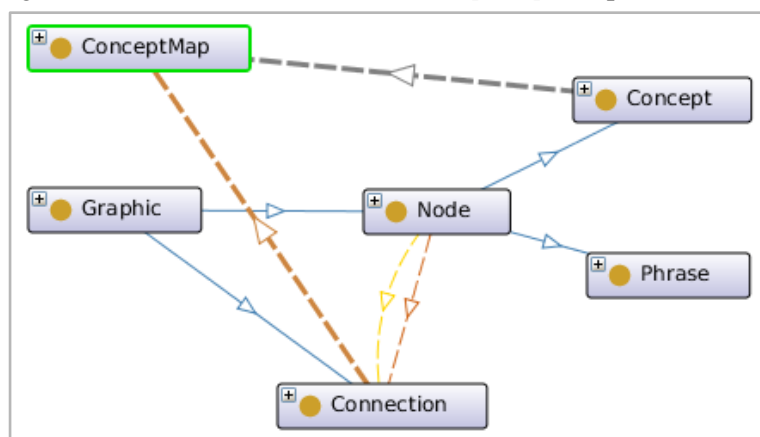
A ontologia SEMAP foi desenvolvida para servir de referencial semântico na concepção da Vidya Network. As entidades semânticas definidas foram agrupadas em torno de

quatro escopos: mapa conceitual, linguística, arquitetura colaborativa multi-inquilinos e rede semântica (Grandi *et al.*, 2024d 2024e).

A Entidade Mapa Conceitual

O grafo da Figura 25 exibe a entidade *ConceptMap* (Mapa Conceitual), que representa um mapa conceitual formado a partir de uma coleção de dois tipos de *Graphics* (Elementos Gráficos): *Nodes* (Nodos) e *Connections* (Conexões). Um nodo pode ser um *Concept* (Conceito) ou uma *Phrase* (Frase de Ligação). Essas entidades foram concebidas a partir da definição de um mapa conceitual na teoria dos grafos, conforme apresentado na fundamentação teórica.

Figura 25 – Grafo com a entidade *ConceptMap* (Mapa Conceitual).



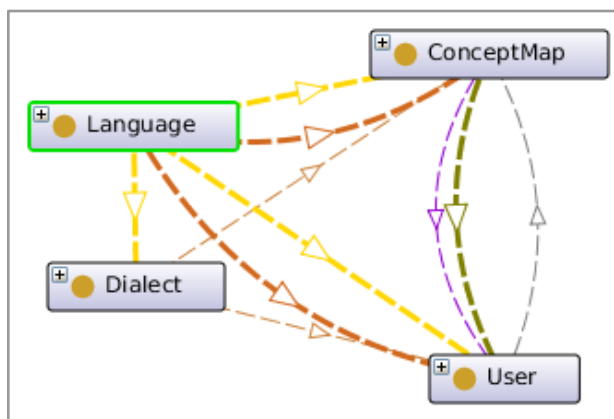
Fonte: O autor.

As Entidades Linguísticas

Outra semântica adicionada à SEMAP foi a de suporte linguístico para permitir que cada aprendiz coleccione, pesquise e colabore considerando a sua cultura e, conseqüentemente, o seu vocabulário local. Utilizando um exemplo clássico, a palavra “trem”, significando locomotiva no Brasil, é traduzida para “comboio” em Portugal. No grafo da Figura 26 vemos que um aprendiz define o idioma preferencial de seu cadastro, assim como de cada um de seus mapas (entidade *Language*) e, opcionalmente, pode definir também o dialeto (entidade *Dialect*). Assim, um aprendiz (entidade *User*) pode definir que seu idioma e dialeto padrão é o português brasileiro. Ou, então, essa preferência somente em nível de idioma, o português.

Outro aprendiz poliglota com língua materna portuguesa do Brasil pode desenvolver mapas conceituais em outros idiomas e dialetos (inglês, inglês americano, português moçambicano, espanhol uruguaio, ou outros).

Figura 26 – Grafo com entidades linguísticas.



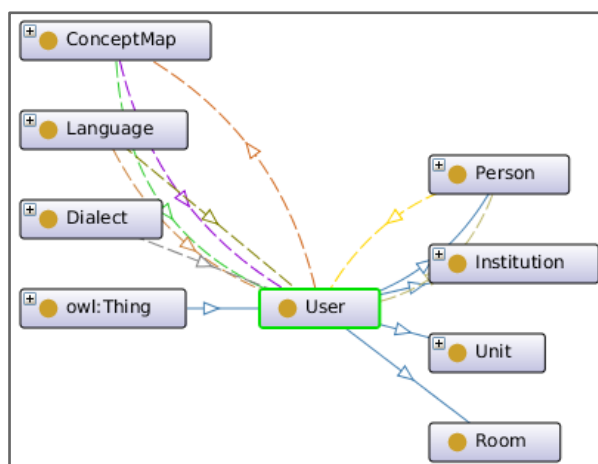
Fonte: O autor.

As Entidades da Arquitetura Colaborativa e Institucional Multi-inquilinos

Para permitir a formação de coleções individuais e institucionais de mapas conceituais, é favorável adotar-se uma arquitetura multi-inquilinos categorizada, na qual cada inquilino (usuário) pertence a uma das seguintes categorias (Figura 27):

- Pessoa (entidade *Person*): Um usuário humano. Um aprendiz, um professor, um membro da comunidade;
- Instituição de Ensino (entidade *Institution*): Ex.: UFRGS;
- Unidade de Ensino (entidade *Unit*): Ex.: Instituto de Informática da UFRGS.
- Sala (entidade *Room*): Uma sala de aula ou uma sala de um grupo de estudos. Exemplos: a) sala de aula da turma de circuitos elétricos de 2024 do curso de ciência da computação da UFRGS; e b) grupo de estudos de circuitos elétricos dos alunos Maria e João.

Figura 27 – Grafo de semântica multi-inquilinos institucional.

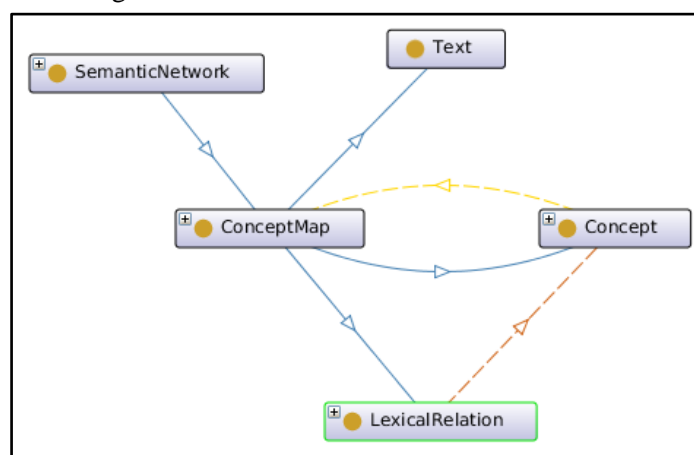


Fonte: O autor.

A Entidade Rede Semântica

Definiu-se, por fim, a entidade Rede Semântica (*SemanticNetwork*), conforme apresentado no grafo da Figura 28. Uma rede semântica é formada por uma coleção associativa de mapas conceituais. Cada mapa conceitual tem um texto dissertativo opcional e um conjunto, também opcional, de relações semânticas lexicais entre conceitos expressos em um ou mais mapas conceituais.

Figura 28 – Grafo da entidade rede semântica.



Fonte: O autor.

A SEMAP foi importante para abstrair, estruturar e validar, através da criação de instâncias, entidades sobre características estruturais e dinâmicas necessárias para o desenvolvimento da Vidya Network. A partir desse estudo, foi possível conceber a arquitetura

básica de informações necessárias, seus pacotes, classes de objetos e estrutura de dados com maior consciência em relação às necessidades pedagógicas da pesquisa.

4.2.5 Protótipo Funcional

Juntamente com a ontologia SEMAP foi sendo desenvolvido um protótipo funcional (Figura 29) para visualizar suas entidades semânticas de forma concreta junto a outras funcionalidades planejadas como as opções de fotografar, imprimir, exibir sumário e métricas, adição de proposições lógicas, auto-organização do mapa, ajuda, nome/conceito principal do mapa, contexto genérico ou específico do mapa, questão focal, autoria, e-mail do autor, texto dissertativo e o desenho do mapa conceitual propriamente dito. A partir desse protótipo, foi concebido um PVM para a realização dos testes-piloto.

Figura 29 – Protótipo funcional *Vidya Maps*.

Vidya Maps - Editor Mapas Conceituais - Versão 0.2.0 - 210421

Nome do Mapa Conceitual (Conceito Principal) *

Contexto: Geral Especifico

Propriedades

Questão Focal

Autoria *

E-mail

Texto

Texto que complementa o significado expresso pelo mapa conceitual.

Normal **B** **I** **U**

Este é um teste de protótipo funcional com HTML5, CSS, Canvas e SVG para o desenvolvimento de uma Rede Semântica de Mapas Conceituais.

Mapa Conceitual

```

graph TD
    A[Teste de protótipo] --> B[frase de ligação]
    B --> C[Conceito 2]
  
```

Fonte: O autor.

4.2.6 Produto Viável Mínimo (PVM)

O PVM da Vidya Network, utilizado nos testes, agregou da SEMAP os seguintes conceitos semânticos e arquiteturas: 1) a interface multilíngue; 2) o *prompt* de pesquisa⁵¹ de mapas conceituais próprios, de grupos de estudos, de turmas e de outros usuários com visibilidade pública (Figura 30.a); 3) uma ajuda básica na forma de um manual do usuário em língua portuguesa; 4) a criação de contas para professores e alunos; e 5) a possibilidade de criar grupos de estudo, de vincular-se a turmas (Figura 30.b);

O texto dissertativo, a adição de proposições lógicas, a auto-organização do mapa, a captura de fotografias do mapa, o modo de navegação entre conceitos⁵², um relatório *online*, métricas de mapas conceituais e de textos também foram disponibilizados (Figura 30.c).

O PVM foi utilizado em testes-piloto junto a professores e alunos do grupo de pesquisa Trajetórias de Aprendizagem em Hiperdocumentos Ubíquos (TRAPHU), do PPGIE/UFRGS, que forneceram valiosos *feedbacks* para a melhoria da ferramenta. A partir desse momento, começou-se a utilizar a observação direta. Conforme Finkelstein *et al.* (2021), por esse método pode-se coletar dados utilizando os sentidos para compreender a realidade, examinando fatos e fenômenos que se deseja estudar. Os pesquisadores coletam dados a respeito das práticas em ambientes naturais, dependendo de relatos em primeira mão, em vez de inferir informações secundárias. Essa metodologia proporciona *insights* valiosos sobre ambientes específicos, muitas vezes não descobertos de outra maneira. Uma vez que a pesquisa objetivou validar a percepção de utilidade da ferramenta por professores e alunos em processos educacionais, a observação direta mostrou-se um método valioso para registrar e implementar melhorias necessárias.

Esse teste-piloto evidenciou qualidades e problemas do PVM. As principais qualidades foram a agregação dos principais conceitos a serem validados e a responsividade da tela. Todavia, a utilização de *tags* SVG⁵³ para desenhar conceitos e frases de ligação, apesar de suas vantagens de qualidade e de facilidade de redimensionamento, evidenciou problemas de

⁵¹ Um *prompt* de pesquisa é uma interface ou um campo de entrada onde os usuários podem inserir consultas ou termos de pesquisa em um mecanismo de busca, site ou aplicativo.

⁵² Uma forma de navegar entre mapas clicando-se em conceitos diretamente nos mapas conceituais.

⁵³ SVG, do inglês, significa *Scalable Vector Graphics* (Gráficos Vetoriais Escaláveis). Trata-se de um formato de arquivo baseado em XML usado para representar gráficos vetoriais bidimensionais. Ao contrário de imagens rasterizadas (como JPEG, PNG, GIF), que são baseadas em pixels, os gráficos vetoriais são baseados em fórmulas matemáticas, o que permite que eles sejam redimensionados sem perder qualidade.

interpretação de seus gráficos em diferentes navegadores, dificultando a exatidão do posicionamento. O conceito ou a frase de ligação, ao serem criados ou movimentados, apresentavam muitas vezes alguns *pixels* de deslocamento, causando uma sensação desagradável de operação e visualização para os aprendizes. O navegador Safari sequer conseguiu tratar movimentações de conceitos e de frases de ligação do mapa, reduzindo as opções aos navegadores Chrome, Firefox, Edge e Opera, nos testes realizados. Visto a dificuldade apresentada, a primeira providência de melhoria foi ajustar, tanto quanto possível, o posicionamento dos elementos no mapa para reduzir ou remover essa sensação desagradável de pequenos deslocamentos.

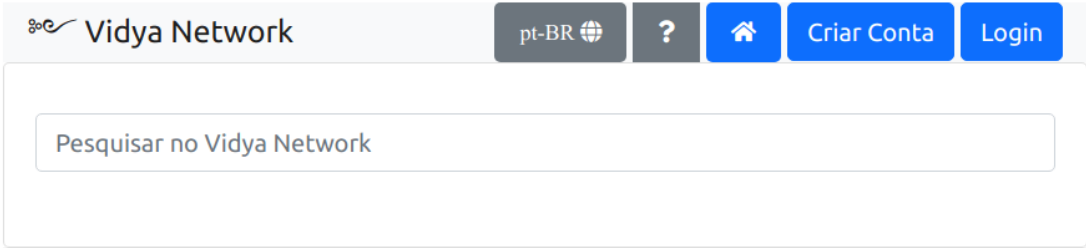
Foi requerido por alguns testadores, também, o auto-salvamento dos mapas para evitar que alunos perdessem atualizações ao esquecerem-se de pressionar o botão de salvamento. Outro ajuste solicitado por membros estrangeiros do TRAPHU foi flexibilizar a composição do idioma e dialeto. Inicialmente, planejou-se colocar como opções de idioma mais o dialeto países com instituições de ensino superior conveniadas ao PPGIE, tais como os Estados Unidos (inglês norte-americano), o Moçambique (português moçambicano) e o Uruguai (espanhol uruguaio). Para atender à flexibilização solicitada, idioma e dialeto foram separados, deixando como idiomas o português, o inglês e o espanhol, e como dialetos os países que falam nativamente esses idiomas:

- *Português*: opções de Brasil, Portugal e Moçambique, além do Gaúcho, para estudos de responsividade cultural relativas ao Estado do Rio Grande do Sul no Brasil⁵⁴.
- *Inglês*: opções de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Austrália e Nova Zelândia.
- *Espanhol*: opções de Espanha, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, México, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela.

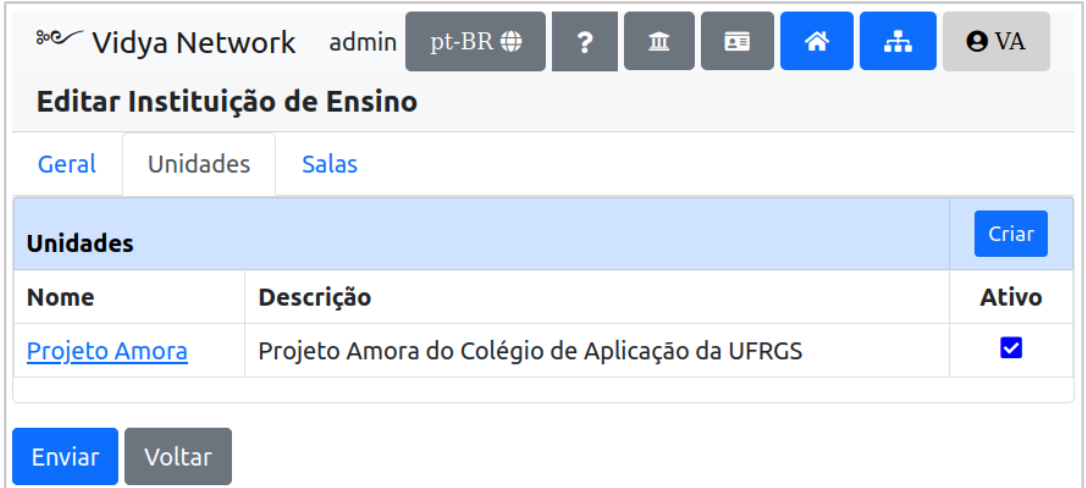
⁵⁴ A responsividade cultural refere-se à capacidade de um sistema ou *software* adaptar-se e responder de maneira eficaz às diversas necessidades e expectativas culturais dos usuários. Além da linguagem, a responsividade cultural pode envolver valores, práticas sociais, normas, aderências filosóficas e preferências.

Figura 30 – Telas do PVM.

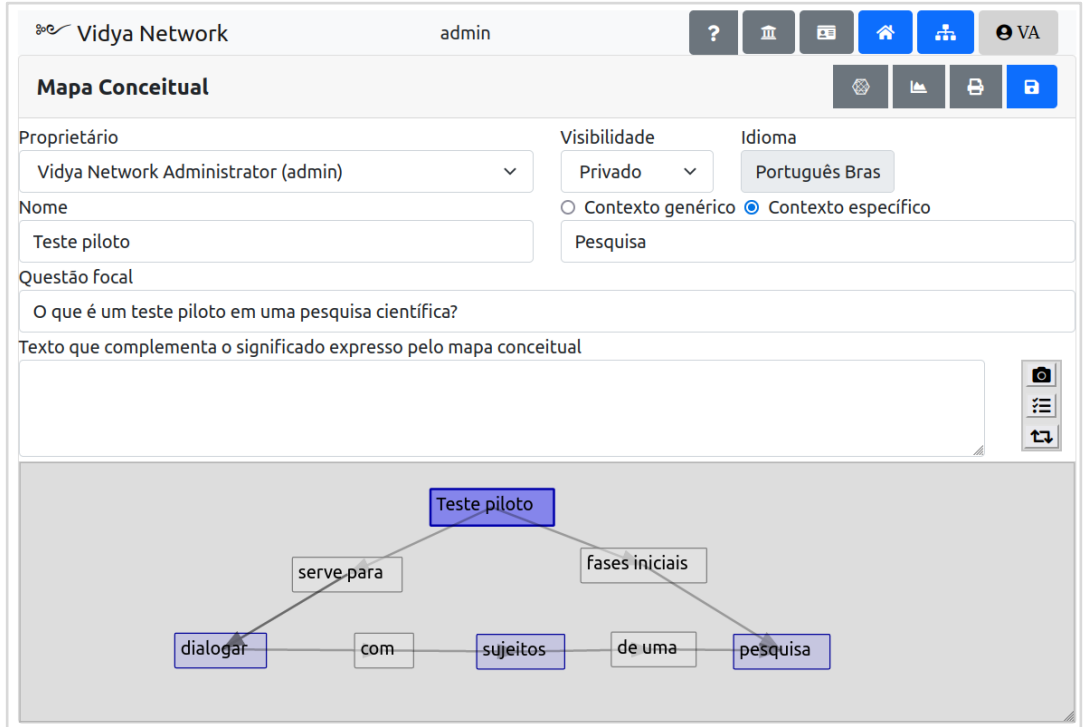
a) Tela inicial.



b) Edição de instituições de ensino.



c) Edição de um mapa conceitual.



```

graph TD
    TP[Teste piloto] -- serve para --> D[dialogar]
    TP -- fases iniciais --> P[pesquisa]
    D --- com[com] --- S[sujeitos]
    S --- de[de uma] --- P
  
```

Fonte: O autor.

4.2.7 Versão Inicial da Vidya Network

Para criar a versão inicial da Vidya Network, voltada aos primeiros estudos de campo, foram efetuados os ajustes necessários a partir das observações realizadas durante o teste-piloto e acrescidas funcionalidades-extra: declaração de relações semânticas, fóruns de discussão, *chats*, debate de teses, envio de e-mails, recuperação de senha, histórico de colaborações, cadastramento de administradores, funcionalidades administrativas de troca de senha e de bloqueio de usuários. O manual do usuário evoluiu para tutoriais *online*, mais elaborados e completos, nos três idiomas contemplados para a versão: português, espanhol e inglês.

As buscas de mapas conceituais da tela inicial, na língua portuguesa, passaram por um processo de lematização, em que substantivos e adjetivos encontrados são transformados para suas formas masculinas, no singular, e os verbos no infinitivo, masculino, singular. Esse processamento adicionou uma ampliação da capacidade de busca. Ao realizar uma busca por “correios eletrônicos”, por exemplo, o usuário encontrará mapas com o nome “correios eletrônicos” e, também, mapas com o nome “correio eletrônico”.

O problema da precisão do posicionamento dos conceitos e das frases de ligação ao criá-los ou movimentá-los foi tratado, porém não totalmente resolvido, principalmente em navegadores Safari, cuja movimentação dos elementos no mapa mostrou-se tecnologicamente inviável de solução. Para elaborar esta versão inicial, as subcaracterísticas de qualidade do produto da ISO/IEC 25010 exibidas no Quadro 19 foram observadas.

Quadro 20 – Subcaracterísticas de qualidade observadas na versão inicial.

Subcaracterística	Detalhamento
Completude funcional	Foram implementadas todas as funcionalidades necessárias para a validação da questão de pesquisa.
Funcionamento correto	Adotou-se a política de tratamento imediato de todas as falhas (<i>bugs</i>) encontradas.
Funcionamento apropriado	Um funcionamento inapropriado dessa versão foi o problema de exatidão do posicionamento e movimentação. Esse problema foi diminuído, mas não totalmente eliminado. Visto o tempo necessário para o desenvolvimento e testes para substituir os elementos SVG que causaram esse comportamento, decidiu-se aceitar esse comportamento na versão inicial, a fim de não perder oportunidades de experimentação já agendadas com instituições de ensino, mas ir realizando uma nova versão sem SVG em paralelo, para resolver o problema definitivamente em versão futura.
Maturidade	Para atribuir um bom nível de maturidade ao projeto, sua arquitetura foi realizada com produtos apoiados por comunidades e empresas fortes: Java 8, Spring Boot, Spring Security, Hibernate, PostgreSQL, Thymeleaf, HTML5, CSS, Javascript, JQuery,

Subcaracterística	Detalhamento
	Bootstrap, Font Awesome. A exceção fica para as tags SVG, que não se mostraram maduras para interações com JavaScript em operações de movimentação.
Tolerância a falhas	Por questões de custos, não foram implementados mecanismos de replicação para tolerância a falhas como pool de servidores e cluster de banco de dados. Por esse motivo, durante todos os períodos de experimentação, necessitou-se monitoramento diário da estabilidade dos serviços.
Recuperabilidade	Durante as experimentações, foram realizados backups diários do banco de dados, com testes de restauração, para garantir perda máxima de 1 dia de dados.
Disponibilidade	Durante as experimentações, foram realizados testes de acesso pelo menos uma vez ao dia, para garantir a disponibilidade dos serviços.
Capacidade de aprender	Para facilitar a aprender a utilizar a ferramenta, foram criados quatro tutoriais. Além disso, utilizou-se uma interface limpa, inspirada no buscador Google e ícones comumente usados da biblioteca Font Awesome.
Adaptabilidade e Instalabilidade	Características de adaptabilidade e instalabilidade foram garantidas pela utilização da linguagem Java 8 e do banco de dados PostgreSQL, instaláveis e executáveis tanto em em plataformas tipo Unix como em Windows.
Substituibilidade	A substituição de versões foi realizada com segurança devido ao uso da estratégia de atualização automática de estrutura de dados proporcionada pelo Spring Boot framework (<code>spring.jpa.hibernate.ddl-auto⁵⁵</code>) quando necessário.
Capacidade de coexistir e interoperabilidade	A Vidya Network depende de bibliotecas de CSS e JavaScript JQuery, Bootstrap, e Font Awesome disponibilizadas via CDN ⁵⁶ e tutoriais via Google Drive. Dessa forma, depende somente da Internet estar disponível. O banco de dados está instalado na mesma máquina que o serviço de aplicação, sendo integrados via rede local.
Confidencialidade	Somente mapas conceituais declarados como públicos podem ser vistos por outros. Tomou-se o cuidado de não expor o e-mail nem dados pessoais dos usuários, a não ser em situações de sala de aula, em que o professor precisa se comunicar com seus alunos. Esses mecanismos foram considerados suficientes para um ambiente de experimentação. Para um ambiente produtivo, deverá se adotar protocolo TLS ⁵⁷ .
Integridade	São usadas requisições AJAX, GET e PUT normalizadas pelo protocolo HTTP.
Não-repúdio	Para garantir o não repúdio de ações, deveria haver a implementação de certificados digitais na ferramenta, o que está fora do escopo.
Responsabilização	Um histórico de colaborações em mapas conceituais de grupos de estudos e de turmas é gerado para saber quem realizou ações e atribuir responsabilidades, quando houver necessidade.

Fonte: O autor.

⁵⁵Spring Boot. 59. Database initialization. Disponível em: <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/1.1.0.M1/reference/html/howto-database-initialization.html>. Acesso em: 5 jan. 2024.

⁵⁶CDN (*Content Delivery Network*), em português Rede de Distribuição de Conteúdo, é um grupo de servidores que permite que conteúdos Internet estejam facilmente disponíveis, com rapidez e segurança. A rede é a responsável por melhorar a experiência do usuário enquanto usa os recursos dela de forma eficiente.

⁵⁷Do inglês, *Transport Layer Security*, um protocolo de segurança da camada de transporte para garantir privacidade e integridade de dados em comunicações pela internet.

4.2.8 Diferenciais Pedagógicos da Vidya Network

O Quadro 20 resume as características da Vidya Network que o diferenciam das demais ferramentas educacionais de desenvolvimento cognitivo.

Quadro 21 – Diferenciais Pedagógicos da Vidya Network.

Característica	Detalhamento
Desenvolvimento cognitivo unificado.	A Vidya Network integra textos dissertativos, mapas conceituais e redes semânticas lexicais para desenvolver os aprendizes unificando essas técnicas. Para cada tema desenvolvido, sugere-se iniciar com o texto, depois construir o mapa conceitual com apoio do texto (podendo, inclusive, capturar conceitos do texto) e, por último, estabelecer e pesquisar relações semânticas lexicais.
Ambiente multi-inquilinos	Cada aprendiz pode formar sua própria rede semântica de mapas conceituais, além de participar de grupos de estudos e de turmas criadas por seus professores.
Contextualização	Para formar uma rede semântica pertinente, cada mapa conceitual recebe um contexto genérico ou específico de um domínio como mecanismo de desambiguação.
Colaboração	Mapas conceituais pessoais podem, opcionalmente, ficar visíveis para outros que, se interessarem, podem duplicá-los e especializados conforme seus entendimentos próprios. No histórico, fica creditado ao autor inicial do mapa conceitual a cópia.
Ambiente multilíngue em nível de dialeto	A Vidya Network permite que sejam formadas redes semânticas multilíngues em nível de dialeto, permitindo formar redes conceituais por idioma e também por dialeto, propiciando um enriquecimento de culturas locais. No vocabulário gaúcho, por exemplo, uma prenda significa mulher.
Busca lematizada em português	A busca lematizada por mapas conceituais permite a busca de verbos no infinitivo e no masculino singular de subjetivos e adjetivos. Dessa forma, se buscar aprendizagens, poderá encontrar também “aprendizagem”, por exemplo.
Busca qualificada de fontes	Para a elaboração de textos, a Vidya Network oferece uma lista qualificada de ferramentas de busca incluindo chatbots generativos, plataformas acadêmicas e a Wikipédia.
Modo Guiado	O Modo Guiado permite ao aprendiz criar mapas conceituais seguindo os passos sugeridos por Novak e Cañas (2010): 1) criação de conceitos, estacionando-os; 2) ordenação de conceitos; e 3) associação de conceitos, criando o mapa.
Modo de Navegação Gráfica	Permite ao aprendiz buscar mapas conceituais na Vidya Network clicando em conceitos de mapas.
Conceitos isolados são diferenciados por bordas pontilhadas	A diferenciação visual de conceitos isolados ajuda os aprendizes a perceber conceitos que, eventualmente, estejam isolados e necessitando ser conectados.
Formação de turmas e de grupos de estudos	Professores podem formar turmas e grupos de estudos. Quando um mapa conceitual pertencer a uma turma ou grupo, pode ser editado online coletivamente.
Salas de <i>chat</i>	Salas de <i>chat</i> são oferecidas para professores e alunos poderem conversar entre si dentro da ferramenta. Especialmente útil para atividades EaD.
Fóruns de discussão	Professores e alunos podem propor a criação de fóruns de discussão para aprofundar temas específicos.

Característica	Detalhamento
Debates de teses	Debates de tese (conforme Nevado <i>et al.</i> , 2011) podem ser desenvolvidos em mapas conceituais de turmas com a finalidade de desenvolver a argumentação, a contra-argumentação, a capacidade de dar <i>feedbacks</i> desenvolvendo raciocínios críticos.
Tela responsiva	A Vidya Network adapta-se a qualquer tamanho de tela, de computadores de mesa a telefones móveis.
Variadas opções editar mapas conceituais	Pode-se criar conceitos a partir do texto, de campo textual ou clicando duplo. A edição de conceitos e de frases de ligação pode ser acionada por duplo clique ou teclando F2. A movimentação de conceitos e de frases de ligação pode ser realizada com o mouse e com o teclado (neste caso, há também a opção de movimentação com ajuste fino, mais lento). Conectam-se elementos arrastando o mouse.
Botões e <i>Touchscreen</i>	Para cada operação de edição, existem opções com botões e touchscreen, estes últimos para permitir editar mapas conceituais em <i>tablets</i> e em telefones móveis. Todas essas opções têm a finalidade de dar liberdade de escolha para quem está construindo o mapa, permitir a operação em qualquer dispositivo e servir, também, de tecnologia assistiva para pessoas com dificuldades de coordenação motora fina.
Auto-organização de mapas conceituais	Em dois momentos pode-se acionar a auto-organização de mapas: explicitamente ou, então, ao se adicionar proposições lógicas. A adição de proposições lógicas seguidas de auto-organização permite que deficientes visuais consigam criar mapas conceituais (Grandi, 2024b).
Visualização e exportação de relatórios	Aprendizes podem visualizar online relatórios sobre seus mapas conceituais e, também, exportá-los em formatos Word e Excel para entregá-los aos seus professores. Os relatórios também listam as proposições lógicas dos mapas, permitindo que, através de leitura de tela, deficientes visuais consigam compreender seus conteúdos (Grandi, 2024b).
Tutoriais online	Vários tutoriais online são oferecidos: características da Vidya Network, Tutorial Pedagógico, Tutorial Bons Mapas Conceituais, Tutorial Relações Semânticas e Tutorial Operacional. Esses tutoriais têm vídeos para as principais operações e todas as imagens possuem textos alternativos pertinentes para auxiliar deficientes visuais a compreender seus conteúdos.
Suporte a deficientes visuais	Deficientes visuais conseguem criar mapas conceituais e entender conteúdos de mapas conceituais através de proposições lógicas
Suporte a autistas	A paleta de cores utilizada é confortável para autistas. Além disso, as orientações de tela e os tutoriais usam linguagem denotativa para facilitar sua compreensão por autistas.
Métricas Textuais	A Vidya Network calcula a quantidade de sentenças, o vocabulário empregado e estima a leiturabilidade de Flesch (facilidade ou dificuldade de ler o texto).
Métricas dos Mapas Conceituais	A Vidya Network calcula a quantidade de conceitos, a classe topológica, a qualidade topológica e a quantidade de proposições lógicas.

Fonte: O autor.

4.2.9 Estudos de Campo

As validações pedagógicas, realizadas através de estudos de campo e concomitantes melhorias decorrentes de procedimentos PDCA, estão detalhadas na próxima seção, que é dedicada especificamente para este tópico.

5. VALIDAÇÕES PEDAGÓGICAS

A validação pedagógica da Vidya Network foi evolutiva, voltada sempre aos objetivos da pesquisa de averiguar sua capacidade de apoiar desenvolvimentos cognitivos relacionados ao pensamento e à linguagem, proporcionando mediações que tenham, como recursos educacionais integrados, textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais. Estudos específicos foram conduzidos para validar aspectos pedagógicos sociointeracionistas e a capacidade da ferramenta em apoiar deficientes visuais a criar e entender conteúdos de mapas conceituais. Foram aceitas todas as oportunidades oferecidas de validação, seja do ponto de vista de especialistas (os professores) como do ponto de vista dos usuários finais (os alunos), buscando contemplar avaliações do ensino fundamental ao superior.

Os processos de validação através de pesquisa de campo, as quais estão sumarizadas no Quadro 5.1, foram acompanhados de processos paralelos de melhoria contínua, entregando versões aprimoradas em ciclos subsequentes a partir dos *feedbacks* recebidos e observações realizadas, visto que esses retornos e observações em campo são extremamente valiosos para entregar uma ferramenta educacional que realmente traga satisfação a professores e alunos ao usá-la, atingir os objetivos educacionais e promover adoções em políticas institucionais das escolas. Os questionários aplicados foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS pelo Parecer Consubstanciado 5.711.613 de 20/10/2022, os quais incluíram um Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE), cujo modelo pode ser visto no Anexo 3.

Quadro 22 – Pesquisas de campo realizadas.

#	Estudo	Nível	Período	ISO 25010	Resumo
1	RME de Arroio dos Ratos/RS	Ensino fundamental	10/05/23 a 17/08/23	Qualidade externa	Formação docente em Vidya Network para 42 professores da Rede Municipal de Ensino.
2	Tecnologias Assistivas IFAM (AM)	Ensino Médio	05/06/23	Qualidade em uso	48 alunos de Sistemas operacionais do 1º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio. Reforço cognitivo e avaliação da aprendizagem sobre chamadas de sistemas. Reforço cognitivo e tecnologia assistiva para deficientes visuais.
3	Veranópolis (RS)	Ensino fundamental	12/07/23	Qualidade em uso	18 alunos do 9º ano do ensino fundamental em escola municipal de Veranópolis. Reforço cognitivo, socioaprendizagem, motivação sobre Diversidade da Matéria.

#	Estudo	Nível	Período	ISO 25010	Resumo
4	Docência com IA – PPGIE / UFRGS	Extensão universitária	Set/23 a Out/23	Qualidade externa	Seis professores do curso “Docência com IA: uma Introdução ao ChatGPT”. Material complementar de ensino provendo textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas identificadas sobre os principais tópicos mediados no curso.
5	Faculdade Dom Bosco – Porto Alegre (RS)	Ensino superior	Nov/23	Qualidade em uso	Cinco alunos de Arquitetura e Organização de Computadores do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Reforço cognitivo, socioaprendizagem e avaliação da aprendizagem sobre Portas Lógicas.
6	Física com Chatbot – IFSC	Ensino médio	Mar/24 a Mai/24	Qualidade em uso	32 alunos da disciplina de Eletricidade do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio. Reforço cognitivo e avaliação da aprendizagem sobre Circuitos Elétricos.

Fonte: O autor.

5.1 Rede Municipal de Ensino de Arroio dos Ratos/RS

Uma formação docente em Vidya Network para 42 professores da Rede Municipal de Ensino⁵⁸ (RME) de Arroio dos Ratos/RS (Grandi *et al.*, 2024f) foi o primeiro estudo de campo realizado para validar a parte pedagógica da questão de pesquisa (Quadro 1). Em relação à Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 2023a, 2023b), tratou-se de verificação externa da qualidade, visto que foi realizada junto a especialistas, os professores. A oportunidade de realizar esse estudo derivou-se de um conjunto de ações de formação continuada promovidas pela Coordenação Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação (SMED) do município.

A formação foi realizada em três encontros matutinos e presenciais (das 8h15min até às 11h40min) de maio a agosto de 2023, acumulando uma carga horária de 12 horas/aula. As metodologias de ensino empregadas foram aulas expositivas-dialogadas, dinâmicas e exercícios práticos com *notebooks* e telefones celulares dos professores participantes. Os resultados da formação foram obtidos por meio de questionários (Anexos 4 e 5), entrevistas (Anexo 6), observação direta e retornos orais dos cursistas durante a formação.

No primeiro encontro, foram apresentados os fundamentos teóricos da pesquisa que levou à criação da Vidya Network. Em seguida, a ferramenta foi brevemente apresentada e solicitou-se responder o primeiro questionário *online* (Anexo 4). No segundo encontro, foi finalizada a fundamentação teórica em relação às relações semânticas lexicais e foram

⁵⁸ Visto que a participação dos professores à formação era voluntária, não houve constância de professores nos três encontros. Houve, portanto, professores que participaram de um, dois ou de todos os três os encontros.

realizadas práticas simuladas de uso da Vidya Network em aulas presenciais. Finalizando o segundo encontro, foi solicitado aos participantes responder o segundo questionário *online* (Anexo 5). Visto que a compreensão da Vidya Network como ferramenta educacional era importante, repetiu-se a questionamento sobre a leitura dos tutoriais⁵⁹. No terceiro e último encontro, foram apresentadas características de acessibilidade da Vidya Network, contando com a presença de um pedagogo especialista em tecnologias assistivas⁶⁰, melhorias realizadas desde o primeiro encontro (algumas sugeridas pelos professores presentes), realizadas as entrevistas individuais e voluntárias com participantes do curso sobre suas percepções finais quanto à capacidade de apoio da Vidya Network a suas atividades pedagógicas (Anexo 6). Um sumário dos encontros por módulo é apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 – Módulos e cronograma da formação em Arroio dos Ratos.

#	Módulo	Data	Conteúdos Programáticos
1	Fundamentos I Prática I Feedback I	10/05/23	<i>Fundamentos:</i> mapas conceituais, mapas mentais, aprendizagem significativa; relações semânticas, aprendizagem colaborativa, debates de teses, pensamento complexo. <i>Prática:</i> cadastramento na Vidya Network, criação de turmas, criação de grupos, operações básicas de criação de mapas conceituais e de relações semânticas. <i>Feedback:</i> questionário <i>online</i> 1 (Anexo 4).
2	Fundamentos II Prática II Feedback II	13/06/23	<i>Fundamentos:</i> aprofundamento das relações semânticas lexicais. <i>Prática:</i> Como trabalhar em sala de aula com a Vidya Network. <i>Feedback:</i> questionário online 2 (Anexo 5).
3	Fundamentos III Melhorias Feedback III	17/08/23	<i>Fundamentos:</i> características de acessibilidade da Vidya Network <i>Melhorias:</i> apresentação de melhorias realizadas conforme sugestões dos professores e andamento da pesquisa. <i>Feedback:</i> entrevistas individuais e voluntárias (Anexo 6).

Fonte: O autor.

Após a conclusão da formação, foi solicitado à Coordenação Pedagógica do município um parecer sobre o potencial de apoio pedagógico da ferramenta à RME. As perguntas, enviadas e respondidas por e-mail, são listadas no Quadro 24 (Grandi *et al.*, 2024f).

⁵⁹ Na época dessa formação, havia somente os tutoriais Operacional, Bons Mapas Conceituais e Relações Semânticas. O Tutorial Pedagógico foi criado posteriormente como uma evolução da pesquisa.

⁶⁰ O especialista em tecnologias assistivas citado é Francisco D. dos Santos Júnior, doutor em Informática na Educação pelo PPGIE/UFRGS.

Quadro 24 – *Feedback* da Coordenação Pedagógica de Arroio dos Ratos.

Pergunta	Resposta
1. A Coordenação Pedagógica percebe um potencial de reforço cognitivo dos mapas conceituais em atividades pedagógicas da RME?	Sim. Os mapas conceituais tornam as aprendizagens mais significativas para o aluno, pois auxilia na realização, de forma organizada e visual, resumos e conceitos do que foi trabalhado na sala de aula.
2. A Coordenação Pedagógica percebe um potencial de reforço linguístico ao trabalhar as relações semânticas lexicais entre conceitos implementadas – sinonímias, antonímias, similaridades, oposições graduais, superposições, subordinações, e traduções nas linguagens atualmente suportadas (português, inglês e espanhol) – em atividades pedagógicas da RME?	Sim. Os Componentes Curriculares costumam fazer relações semânticas entre os objetivos de aprendizagens desenvolvidos nas turmas, facilitando o entendimento das várias linguagens que os compõem, bem como seus significados.
3. A Coordenação Pedagógica percebe um potencial apoio da Vidya Network nas atividades pedagógicas da RME? Poderia detalhar as motivações da resposta?	Sim. A Vidya, além de ser um recurso tecnológico e atual torna as aprendizagens mais atrativas para o aluno, através da socialização de conhecimentos baseada em redes semânticas de mapas conceituais.
4. Que melhorias a Vidya Network necessita ou sugere para apoiar as atividades pedagógicas da RME?	Ouvimos alguns professores que a ideia é muito favorável, porém, este mesmo grupo demonstrou certa dificuldade em acessar a plataforma com seus alunos, seja por falta de domínio (prática) desta mídia, seja pela dificuldade de acesso à internet (foi o que mais foi pontuado). Reconhecemos que estamos numa caminhada rumo ao mundo tecnológico e acreditamos que ferramentas como a Vidya Network muito contribuirão com a educação.

Fonte: Coordenação Pedagógica da SMED do município de Arroio dos Ratos.

Foi realizado também, junto à Coordenação Pedagógica, um levantamento em todas as escolas da RME para averiguar se as escolas possuem infraestrutura de internet e computadores suficientes para os professores realizarem aulas com apoio da Vidya Network. Os dados desse levantamento estão sumarizados no Quadro 25.

Quadro 25 – Infraestrutura de laboratórios de informática das escolas da RME de Arroio dos Ratos.

Escola ⁶¹	Situação do Laboratório de Informática e da Internet
Escola 1	Possui 15 computadores antigos. 10 estão funcionando, outros 5 por instalar faltam cabos). Funcionam quando a conexão está estável. Quando a internet oscila a dificuldade de trabalhar é grande.
Escola 2	Possui 15 computadores reutilizados (doados) do Tribunal de Justiça em 2023.
Escola 3	Possui 16 computadores funcionando.
Escola 4	Possui 8 computadores funcionando.
Escola 5	Escola de educação infantil, ainda não possui laboratório de informática.
Escola 6	Escola de educação infantil, ainda não possui laboratório de informática.
Escola 7	Escola rural, ainda não possui laboratório de informática.

Fonte: Coordenação Pedagógica da SMED do município de Arroio dos Ratos.

5.1.1 Materiais e Métodos

Para realizar os encontros da formação, foi cedido um salão contendo dez mesas redondas para os professores, sendo até cinco por mesa, mais três mesas quadradas para a coordenação pedagógica. Para o professor palestrante, foram providenciados um quadro branco sob cavalete, além de duas mesas, uma das quais contava com um *datashow* para projetar conteúdos de seu computador. Utilizaram-se, também, *post-its* para a realização de uma dinâmica no primeiro encontro. Sugeriu-se aos professores que dispusessem de um *notebook* que o levassem para poder exercitar os conhecimentos na ferramenta. Para tanto, o Sindicato dos Municípios ofereceu sua rede *Wi-Fi*.

Para a coleta de dados estatísticos, foram utilizados o banco de dados da Vidya Network⁶², a ferramenta Google Forms para os questionários *online*, telefone celular para gravar as entrevistas e o editor de textos Microsoft Word para transcrever as entrevistas. A estratégia de coleta de dados utilizou processos de definição do problema, de objetivo de pesquisa, de planejamento, de coleta de dados, de análise de dados e ética, conforme sugeridos por Malhotra (2001). Foi utilizado, também, durante todos os encontros e entrevistas, o método da observação direta, para perceber reações positivas ou negativas em relação à Vidya Network e à condução das atividades, conforme sugerido por Finkelstein *et al.* (2021).

⁶¹ Os nomes das escolas foram omitidos por questões de privacidade.

⁶² Dados de perfil dos participantes.

Tratou-se de um estudo exploratório, com dados qualiquantitativos, conduzidos com abordagem de estudo de caso, buscando contextualizar a pesquisa tanto com informações socioeconômicas quanto organizacionais.

5.1.2 Perfil dos Professores Cursistas

Os professores convidados pela SMED atuam em diversas áreas de conhecimento nos anos finais do ensino fundamental da RME. Dezesete voluntários cadastraram-se na Vidya Network. A média de idade dos professores cadastrados é de 40,8 anos, sendo cinco do gênero masculino e doze do gênero feminino. Um professor informou estar cursando pós-graduação, treze têm pós-graduação completa, um está cursando mestrado, um tem mestrado completo e um está cursando doutorado. A seguir são detalhados os três encontros formativos realizados. As disciplinas ministradas pelos professores participantes são Matemática, Biologia, Língua Portuguesa, Ciências, História, Geografia e Educação Física.

5.1.3 Primeiro Encontro

O primeiro encontro teve a participação de cinco professoras da Coordenação Pedagógica da SMED mais 37 professores das diversas áreas de conhecimento dos anos finais do ensino fundamental da RME. Após apresentação mútua, seguiram-se atividades baseadas nos tutoriais da Vidya Network. O primeiro tutorial a ser trabalhado foi o de Bons Mapas Conceituais, o qual inclui a definição de mapa conceitual, uma diferenciação entre mapas conceituais e mapas mentais, o processo de criação e evolução de mapas conceituais e as dificuldades usualmente encontradas para desenvolvê-los. Introduzido o tema, realizou-se uma dinâmica baseada nas recomendações de Novak e Cañas (2010), utilizando-se *post-its* e quadro branco para a construção de uma versão inicial de um mapa conceitual. Os participantes escolheram como questão focal do mapa “*O que é futsal?*”. A versão inicial desse mapa conceitual contendo dez conceitos (sendo que o conceito “bola” ficou pendente de ligação), é apresentada na Figura 31.

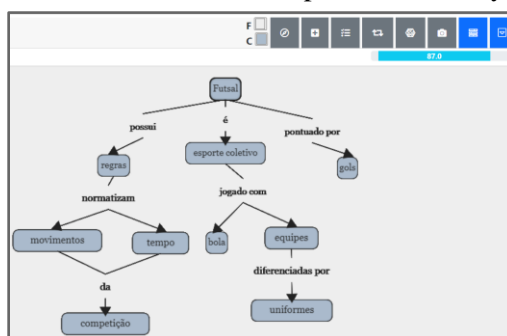
Figura 31 – Versão inicial do mapa conceitual “Futsal” com *post-its*.



Fonte: O autor.

Concluída essa etapa, mostrou-se brevemente como se cadastrar na Vidya Network e associar à turma criada para os encontros. Alguns professores se cadastraram usando o seu *notebook*. Outros utilizaram seus telefones celulares, visto que as telas da Vidya Network são responsivas, adaptando-se automaticamente a diferentes tamanhos. Dezesete participantes cadastraram-se. Após o exercício de cadastramento, demonstrou-se como transportar a versão em *post-its* do mapa conceitual sobre Futsal para a ferramenta. Buscou-se, ao se transportar para a Vidya Network, evoluir coletivamente a ligação entre os conceitos, conforme apresenta a Figura 32, na qual não aparecem mais conceitos isolados e algumas frases de ligação foram refeitas.

Figura 32 – Versão evoluída do mapa futsal na Vidya Network.



Fonte: O autor.

A seguir, demonstrou-se brevemente as relações semânticas lexicais e foi incluída uma declaração de tradução de Futsal para o inglês, cujos vocábulos são iguais (Figura 33).

Figura 33 – Tradução de Futsal para o inglês (mesma grafia).

Traduções				
Idioma	Termo	Contexto	Domínio	Ações
Inglês ▾	Futsal	Genérico ▾	Generic	 

Fonte: O autor.

Após introduzir as funcionalidades dos mapas conceituais e das relações semânticas, foi apresentada a teoria por trás da Vidya Network. Na perspectiva epistemológica, foi exposto, também, que uma rede de conhecimentos contextualizados e compartilhados que permite que cada participante externalize suas próprias interpretações, além de percepções unificadas de grupos e turmas, permite a unidade na multiplicidade (*unitas multiplex*) e a pertinência, características consideradas essenciais para evitar o pensamento único e tecer conhecimentos complexos (Morin, 2015). Finalizado o primeiro encontro, combinou-se continuar com um aprofundamento das relações semânticas lexicais e das práticas no segundo encontro, além de receber o primeiro *feedback* do grupo.

5.1.4 Segundo Encontro 2

O segundo encontro contou com a participação da Secretária Municipal de Educação, de seis professoras da Coordenação Pedagógica da SMED e de 30 professores da rede municipal. Foram mostradas para os professores funcionalidades institucionais e pedagógicas da Vidya Network: processos de cadastramento de turmas, criação de grupos de estudos, visualização de métricas e geração de relatórios. Em seguida, com base no Tutorial Operacional da ferramenta, foram apresentadas as funcionalidades de desenvolvimento de textos complementares aos mapas conceituais, os quais permitem que professores variem práticas construtivas com seus alunos. Pode-se, por exemplo:

- solicitar que elaborem um mapa conceitual e um texto que complemente o seu significado;
- fornecer um texto e solicitar aos alunos que criem um mapa conceitual a partir desse texto; ou
- fornecer um mapa conceitual e solicitar aos alunos que criem um texto a partir desse mapa conceitual.

Após essa explanação, foram apresentadas as ferramentas de *chat* e fórum, especialmente úteis para atividades a distância. Em seguida, foi apresentada a ferramenta de

Debate de Teses, a qual permite que alunos desenvolvam argumentações fundamentadas associadas a mapas conceituais, em um escopo pedagógico de aprendizagem cooperativa (Nevado *et al.*, 2011). Foram, então, detalhadas as possíveis relações semânticas entre conceitos dos mapas conceituais, tendo como base o Tutorial de Relações Semânticas da Vidya Network, sendo que a ferramenta encontra, automaticamente, entre os mapas visíveis da rede semântica, as relações de identidade, homografia e inclusão. Essas relações são denominadas implícitas. Já relações de sinonímia, similaridade, antonímia, oposição gradual, superordenação, subordinação e tradução devem ser declaradas manualmente pelos usuários para que buscas em outros mapas dessas relações sejam realizadas.

Essas atividades foram realizadas de forma expositiva-dialogada, permitindo que os participantes tirassem dúvidas a qualquer momento, com base nas suas próprias experiências de uso com a ferramenta. Durante esse processo, foram encontradas dificuldades decorrentes de *bugs* conhecidos e dificuldades decorrentes de internet com baixas taxas de transferência existentes naquela data. Aos participantes que tiveram essas dificuldades, foi comunicado que melhorias estavam sendo providenciadas e que, no encontro final, deveriam já estar implantadas.

Finalizada essa etapa de apresentação geral da Vidya Network, foi solicitado a voluntários que manifestassem suas primeiras impressões sobre a ferramenta em um questionário *online* e, também, aqueles que desejassem, poderiam também manifestar suas opiniões e solicitar melhorias verbalmente. Uma das solicitações de melhoria foi a flexibilização das cores dos desenhos dos mapas, as quais, por padrão, foram definidas a partir de uma paleta de cores suaves para evitar incômodos a alunos e professores com algum diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Visto o objetivo formativo da atividade, o primeiro *feedback* teve a finalidade de avaliar se os tutoriais disponibilizados pela ferramenta naquele momento – Tutorial Operacional e Tutorial Bons Mapas Conceituais – atenderam as expectativas dos participantes, cuja leitura foi recomendada antes do segundo encontro. Outro objetivo foi receber, através de um campo textual livre, uma percepção geral da ferramenta. Esse questionário, elaborado conforme a metodologia de pesquisa sugerida por Malhotra (2001), foi proporcionado através da tecnologia Google Forms, e foi respondido por dez professores voluntários. Quando solicitados a avaliar na Vidya Network:

- *Tutorial Operacional*: um respondeu que ainda não tinha lido. Os demais responderam que o tinham lido e tinha sido de grande ajuda para entender como operar a Vidya Network.
- *Tutorial Bons Mapas Conceituais*: três responderam que não tinham lido e os demais que tinham lido, e o tutorial ajudou-lhes a criar bons mapas conceituais.
- *Tutorial Relações Semânticas*: cinco responderam que não tinham lido e os demais que o tutorial ajudou-lhes a criar relações semânticas de sinonímia, similaridade, antonímia, oposição gradual, superordenação, subordinação e tradução.

Com base nas respostas, percebeu-se uma tendência de interesse em conhecer o sistema. O questionário conteve também uma pergunta opcional, que todos responderam, sobre sua percepção geral sobre a Vidya Network para posterior análise qualitativa de conteúdo. Dentre as respostas:

- Cinco manifestaram-se positivamente em relação à ferramenta: “Sucesso”, “Maravilhosa atividade”, “Achei muito interessante”, “Ótima ferramenta” e “Um suporte muito interessante”. Gostei da ferramenta.”;
- Um respondeu específica e positivamente em relação aos mapas conceituais: “A didática utilizada nos mapas conceituais são de grande valia e pode sim, desde que haja estrutura, ser utilizada em sala de aula de maneira interativa.”;
- Um considerou a ferramenta muito desafiadora: “É uma ferramenta muito desafiadora justamente porque é necessário o domínio do encadeamento de ideias similares e opostas. Da mesma forma, a proposta de criar uma rede social de mapas conceituais contribui para a socialização de conhecimentos e organização de estruturas linguísticas acerca dos mais variados temas. Parabéns pela pesquisa desenvolvida.”;
- Um manifestou-se em relação ao potencial intercultural através da Vidya Network: “Percebo um potencial intercultural através da Vidya Network, possibilitando ampliar a compreensão em torno de conceitos que podem ser percebidos de diferentes maneiras por culturas diferentes e em contextos diferentes.”;
- Um respondeu que está ainda conhecendo a Vidya Network: “Ainda estou no processo de conhecimento da Vidya Network, porém achei a formação muito boa, didática, esclarecedora e com o momento para as dúvidas ao longo da Formação que considero importante para assimilar de forma mais satisfatória.”;

- Por fim, um respondeu que “Não tenho muita aptidão com as tecnologias, me esforço bastante e preciso de uma sequência lógica para utilizar. Os tutoriais são bem explicativos, com uma sequência perfeita para acompanhar.”.

5.1.5 Terceiro Encontro

No terceiro e último encontro, foram apresentadas melhorias solicitadas pelos participantes no encontro anterior e outras decorrentes da pesquisa. Essas melhorias estão resumidas no Quadro 26. Contou novamente com a presença da Secretária Municipal de Educação, de 5 professoras da SMED e de 27 professores da rede municipal.

Quadro 26 – Melhorias da Vidya Network realizadas para o segundo encontro.

Tipo de Melhoria	Melhoria
Documental	O Tutorial Relações Semânticas evoluiu mostrando exemplos de exercícios pedagógicos relacionados a cada relação semântica.
Grupos de estudo	Apareciam somente os mapas que o usuário criou. Agora, aparecem corretamente todos os grupos: os que o usuário criou e os que o vincularam.
Desenhos dos mapas	A movimentação de conceitos e frases de ligação com o mouse, que ficou mais suave e exata. Foi aceita a sugestão de flexibilizar as cores dos mapas. As cores padrão continuam suaves, para conforto de autistas. Agora pode-se, porém, escolher cores diferentes para fundos e conceitos, se desejar. Conceitos isolados aparecem com bordas pontilhadas, para alertar ao aluno que o mesmo precisa ser conectado ou descartado. Ponteiras de setas aparecem somente das frases de ligação para os conceitos-destinos, suavizando a imagem.
Modo Guiado	Novo modo permite aos criadores de mapas conceituais que, ao ativar esse modo, sigam com maior rigor os passos recomendados por Novak e Cañas para a criação de um mapa conceitual: <ol style="list-style-type: none"> 1. Adição de conceitos estacionados; 2. Ordenação de conceitos, dos mais abrangentes para os mais específicos e 3. Ligação dos conceitos, formando o mapa conceitual desejado.
Métrica de Qualidade Topológica ⁶³	Nova métrica, com valores variantes de 0 a 100, que permite aos professores solicitar mapas conceituais com qualidade topológica mínima (por exemplo, 70 ou mais). Essa nova métrica é calculada a partir de quatro variáveis: <ol style="list-style-type: none"> 1) quantidade de diferentes conceitos: ideal entre 15 e 25 (Novak e Cañas (2010)); 2) quantidade de conceitos isolados: ideal se igual a zero; 3) quantidade de conceitos sem nome (marcados por “?”): ideal se maior ou igual a zero; 4) quantidade de frases de ligação sem nome (marcadas por “?”): ideal se igual a zero

Fonte: Os autores.

⁶³ A classe topológica – inicial, radial, hierárquica ou rede – foi adicionada posteriormente à medição de qualidade topológica como um aperfeiçoamento da métrica.

A primeira melhoria demonstrada foi a movimentação de conceitos e frases de ligação: ficou mais suave e exata. Anteriormente, com internet fraca, um ou outro conceito ficava amarelo em vez de azul. A versão atualizada não possui mais esse comportamento. No *download* dos mapas, dependendo de suas dimensões, ficavam com bordas escuras. Agora, o *download* corresponde exatamente ao desenho realizado. Nos grupos, apareciam somente os que o usuário criou. Agora, aparecem corretamente todos os grupos: os que o usuário criou e os que o vincularam.

Como melhoria documental, o Tutorial de Relações Semânticas evoluiu mostrando exemplos de exercícios pedagógicos relacionados a cada relação semântica. Em relação às melhorias do sistema, foi aceita a sugestão de flexibilizar as cores dos mapas. As cores padrão continuam suaves, para conforto de autistas. Agora se pode, porém, escolher cores diferentes para fundos e conceitos, se o usuário desejar. Conceitos isolados aparecem com bordas pontilhadas para alertar ao aluno que o mesmo precisa ser conectado ou descartado. Como última melhoria relativa ao desenho, ponteiros de setas aparecem somente das frases de ligação para os conceitos-destinos, suavizando a imagem.

Como melhoria do produto, a Vidya Network passou a oferecer uma métrica de qualidade topológica, variante de 0 a 100. Essa nova métrica é baseada na quantidade de conceitos – ideal entre 15 e 25, conforme Novak e Cañas (2010) – quantidade de conceitos isolados, quantidade de frases de ligação sem nome e quantidade de conceitos sem nome. Tal métrica permite que professores peçam a seus alunos que criem mapas conceituais com qualidade topológica mínima (por exemplo, 70).

Outra melhoria apresentada foi o Modo Guiado, que visa permitir que os criadores de mapas conceituais sigam com mais rigor, se ativarem este módulo, os passos recomendados por Novak e Cañas para a criação de um mapa conceitual: 1) Adição de conceitos estacionados; 2) Ordenação de conceitos, dos mais abrangentes para os mais específicos; e 3) Ligação dos conceitos, formando o mapa conceitual desejado. Essas melhorias foram apresentadas no modo de edição colaborativa de um mapa conceitual pertencente a um grupo, operando-se um telefone celular com sistema operacional iOS da Apple (um iPhone). A cada mudança operada no celular, refletia sua alteração na instância renderizada no *datashow*.

Reveladas as correções e melhorias, foi apresentado um resumo das características de acessibilidade da Vidya Network, as quais foram planejadas desde o início do projeto. Para autistas, conforme já comentado, as cores têm padrão suave. Além disso, os textos e ícones

foram cuidadosamente escolhidos para expressarem um sentido denotativo e não ambíguo, tanto quanto possível. Para auxiliar pessoas com problema de coordenação motora fina, o desenho dos mapas tem várias opções de teclado e mouse. Pode-se incluir conceitos e frases de ligação através de caixas de texto, seguidas de *auto-layout*. Conceitos e frases de ligação podem ser movidos selecionando-os e movimentando-os com as setas do teclado.

A Vidya Network – tanto sistema como tutoriais – foi projetado, também, para que leitores de tela sejam utilizados como tecnologia assistiva para deficientes visuais. Foram realizadas avaliações e correções das principais páginas, com base no *plugin* para navegador Google Chrome Lighthouse⁶⁴ (Castellanos, 2023), até a pontuação de acessibilidade chegar a 100%. Através de leitores de tela como o *Narrador do Windows*, deficientes visuais podem navegar na Vidya Network usando a inserção de conceitos e a inserção de proposições lógicas através de campos (conceito-origem + frase de ligação + conceito-destino), ambas operações seguidas de *auto-layout* para criarem mapas. Em outras palavras, deficientes visuais podem criar e compreender mapas conceituais na Vidya Network. Outra funcionalidade projetada para deficientes visuais e que pode ser usada também por videntes foi a possibilidade de baixar uma planilha em formato Microsoft Excel (xlsx) com um resumo que lista as proposições lógicas existentes nos mapas. Para pessoas com baixa acuidade visual, os principais navegadores atuais permitem redimensionar a Vidya Network o qual, com sua interface responsiva, automaticamente redimensiona proporcionalmente, tanto os textos como os desenhos dos mapas.

Ao final desta apresentação, os professores presentes demonstraram apreciar os cuidados com a acessibilidade presentes na Vidya Network desde a sua fase de concepção.

Entrevistas Individuais de Fechamento

Finalizadas as apresentações das correções, das melhorias e das características de acessibilidade, após o intervalo foi realizado um conjunto de seis entrevistas individuais, voluntariamente realizadas, as quais tiveram seus conteúdos qualitativamente analisados, conforme sugerido por Sousa e Santos (2020). As entrevistas foram gravadas utilizando-se um

⁶⁴ Página inicial:

<https://chromewebstore.google.com/detail/lighthouse/blipmdconlkpinefehnmmjammfjpmmpbjk?pli=1>. Acesso em: 6 fev. 2024.

telefone celular, com o devido consentimento dos entrevistados. Após, foram transcritas utilizando-se o editor de textos Microsoft Word (docx). O roteiro das entrevistas semiestruturadas é apresentado no Quadro 27.

Quadro 27 – Roteiro das entrevistas individuais semiestruturadas ao final da formação.

O objetivo desta entrevista é incluir a sua compreensão, como professor(a), sobre o potencial da Vidya Network como ferramenta educacional em sua área de atuação. Permite que faça a entrevista gravando as respostas, sendo que será respeitada sua confidencialidade? Sim | Não.

P1. Poderia se identificar falando o seu nome completo?

P2. Em que área você atua como professor(a)?

P3. Você percebe um potencial de reforço cognitivo dos mapas conceituais em suas atividades pedagógicas?

P4. Você percebe um potencial de reforço linguístico ao trabalhar relações semânticas lexicais em suas atividades pedagógicas?

P5. Você percebe um potencial apoio da Vidya Network a suas atividades pedagógicas?

1. Poderia detalhar um pouco as motivações de sua resposta?

2. Que melhorias a Vidya Network necessita para apoiar melhor as suas atividades pedagógicas?

Fonte: O autor.

Cinco categorias de conteúdos, detalhadas no Quadro 28, foram definidas para analisar as respostas obtidas. Como fator extra de confidencialidade, os gêneros dos professores nas análises que seguem foram omitidos.

Quadro 28 – Análises das entrevistas com os docentes por categoria.

Categoria 1 – Área de Atuação
Os professores entrevistados atuam nos anos finais do ensino fundamental, nas áreas de linguagens (Língua Portuguesa), História, Geografia, Matemática, Ciências e Educação Física.
Categoria 2 – Percepção de Potencial de Reforço Cognitivo dos Mapas Conceituais
Dos seis entrevistados, cinco perceberam um potencial de reforço cognitivo dos mapas conceituais diretamente em suas áreas de atuação. Um afirmou que a compreensão dos conteúdos é bem mais fácil do que fazendo uso somente de textos. Além disso, disse que a aula fica menos cansativa, menos densa.
Um professor de História afirmou utilizar tanto mapas conceituais como mapas mentais no quadro da sala de aula para fazer <i>links</i> entre termos históricos, entendendo que essas técnicas ajudam tanto na compreensão como na concentração do aluno. A esse professor, foi questionado se o Tutorial de Bons Mapas Conceituais ajudou a entender as diferenças estruturais e de finalidade entre mapas conceituais e mapas mentais. A resposta foi positiva, afirmando que o ajudou bastante.
Um professor de Matemática e ciências entende que os mapas conceituais ajudam principalmente na área de ciências. Exemplificando, já trabalhou com alunos os conceitos de subdesenvolvimento e de efeito estufa através de mapas conceituais.
Já o professor de Educação Física entende que os mapas conceituais têm bom potencial para outras disciplinas. Todavia, em suas práticas diárias como professor, os mapas conceituais ficam um pouco

<p>distantes, apesar de poder explorá-los em outros momentos, como uma atividade alternativa em dias chuvosos para trabalhar a teoria do esporte ou outras atividades complementares.</p>
<p>Categoria 3 – Percepção de potencial de reforço linguístico ao trabalhar relações semânticas lexicais</p>
<p>Questionados sobre o potencial de reforço linguístico ao trabalhar relações semânticas lexicais, novamente a funcionalidade foi considerada positiva para cinco dos seis professores. Um professor de história respondeu que ajuda bastante porque, às vezes, tem um termo muito específico da história e a gente trazendo pro cotidiano e fazendo associações com a vivência deles, facilita bastante, é bem enriquecedor. Já o professor de Educação Física respondeu de forma semelhante ao potencial dos mapas conceituais, como uma forma de atividade complementar.</p>
<p>Categoria 4 – Percepção de potencial apoio da Vidya Network a atividades pedagógicas</p>
<p>Para essa pergunta, foi solicitado aos entrevistados um detalhamento das respostas. Um professor de Língua Portuguesa acredita que, com a Vidya Network, os alunos podem fazer sínteses aprimoradas de conteúdos.</p> <p>Um professor de história e geografia disse perceber, também, um potencial de apoio da ferramenta. Todavia, para uso mais efetivo, as escolas teriam que permitir o uso pedagógico de telefones celulares nas salas de aula. Perguntado se a demonstração do uso do celular para trabalhar com a Vidya Network durante o último encontro mostrou que esse tipo de dispositivo móvel é uma alternativa para acessar a ferramenta, a resposta foi novamente positiva, desde que haja permissão de uso por parte da escola.</p> <p>O professor de Matemática e Ciências também respondeu positivamente, principalmente na área de conceitos e para elencar palavras, sinônimos e antônimos. Respondeu também que ajuda bastante na área da educação especial e inclusão. Ao citar a inclusão educacional, foi perguntado se as características de acessibilidade da Vidya Network lhe pareceram interessantes. A resposta foi positiva, principalmente em relação a cores menos chamativas para o espectro autista, dando alternativa, porém, para outras crianças usarem outras cores, conforme desejarem.</p> <p>O professor de Educação Física manteve as respostas anteriores, como uma opção para atividades complementares.</p>
<p>Categoria 5 – Melhorias necessárias à Vidya Network para apoiar as atividades pedagógicas</p>
<p>A última categoria de análise foram as melhorias sugeridas pelos professores para apoio a atividades pedagógicas. Quatro professores, inclusive o de Educação Física, responderam que as melhorias apresentadas no último encontro – escolha de cores, qualidade topológica, modo guiado etc. – foram muito boas ou suficientes. Já os professores de história e geografia sugeriram a adição de imagens para trabalhar topologias geográficas e contextos históricos.</p>

Fonte: O autor.

5.1.6 Feedback da Coordenação Pedagógica da SMED

Além dos professores atuantes nas escolas, foram realizadas quatro perguntas à Coordenação Pedagógica da SMED de Arroio dos Ratos (vide Quadro 29), sobre a percepção de apoio da Vidya Network às atividades pedagógicas conduzidas na RME. Pelas respostas obtidas, percebe-se um entendimento positivo em relação ao potencial de apoio da Vidya Network às práxis pedagógicas. Todavia, dois fatores precisam ser melhorados para sua

adoção: facilitação de uso e melhoria da rede internet atualmente provida para as escolas, dada a situação reportada no Quadro 25, sendo esse o principal ponto a ser trabalhado.

Quadro 29 – *Feedback* da Coordenação Pedagógica.

Pergunta 1 – A Coordenação Pedagógica percebe um potencial de reforço cognitivo dos mapas conceituais em atividades pedagógicas da RME?
Sim. Os mapas conceituais tornam as aprendizagens mais significativas para o aluno, pois auxilia na realização, de forma organizada e visual, resumos e conceitos do que foi trabalhado na sala de aula.
Pergunta 2 – A Coordenação Pedagógica percebe um potencial de reforço linguístico ao trabalhar as relações semânticas lexicais entre conceitos implementadas – sinonímias, antonímias, similaridades, oposições graduais, superposições, subordinações, e traduções nas linguagens atualmente suportadas (português, inglês e espanhol) – em atividades pedagógicas da RME?
Sim. Os Componentes Curriculares costumam fazer relações semânticas entre os objetivos de aprendizagens desenvolvidos nas turmas, facilitando o entendimento das várias linguagens que os compõem, bem como seus significados.
Pergunta 3 – A Coordenação Pedagógica percebe um potencial apoio da Vidya Network nas atividades pedagógicas da RME? Poderia detalhar as motivações da resposta?
Sim. A Vidya, além de ser um recurso tecnológico e atual torna as aprendizagens mais atrativas para o aluno, através da socialização de conhecimentos baseada em redes semânticas de mapas conceituais.
Pergunta 4 – Que melhorias a Vidya Network necessita ou sugere para apoiar as atividades pedagógicas da RME?
Ouvimos alguns professores que a ideia é muito favorável, porém, este mesmo grupo demonstrou certa dificuldade em acessar a plataforma com seus alunos, seja por falta de domínio (prática) desta mídia, seja pela dificuldade de acesso à internet (foi o que mais foi pontuado). Reconhecemos que estamos numa caminhada rumo ao mundo tecnológico e acreditamos que ferramentas como a Vidya Network muito contribuirão com a educação.

Fonte: Coord. Pedagógica da SMED.

Pelas respostas da Coordenação Pedagógica, percebe-se um potencial de adoção da Vidya Network como ferramenta de desenvolvimento cognitivo para os alunos dos anos finais das escolas do município. Todavia, é necessário propiciar meios tecnológicos nas escolas municipais – notadamente, computadores e infraestrutura de internet – para se concluir sobre sua adoção efetiva.

5.1.7 Considerações Finais da Pesquisa de Campo

Pela Norma ISO/IEC 25010, este estudo de campo foi realizado na perspectiva da qualidade externa, sendo os especialistas da avaliação os professores e a equipe de coordenação pedagógica da RME do município de Arroio dos Ratos, sendo que as características enfatizadas foram a Adequação Funcional, a Usabilidade e a Segurança.

Em relação à adequação funcional, pelos retornos desses especialistas, percebemos haver um potencial de apoio da Vidya Network, em especial em disciplinas cujas atividades se dão principalmente em salas de aula. A Educação Física, que ocupa espaços mais abertos e tem um enfoque acentuado em aulas práticas, apresenta um potencial menor. Além disso, observa-se como oportunidade de melhoria a adição de imagens para enriquecer os mapas conceituais, sugestão especialmente recomendada pelos professores das áreas de história e geografia. Observam-se, também, as necessidades de formação, tanto por professores como por alunos, sobre mapas conceituais e relações semânticas lexicais, caso se deseje obter os melhores resultados. Além desses aspectos, a coordenação pedagógica acentuou a necessidade de haver laboratórios de informática com computadores suficientes e com acesso estável à internet. Atendidas essas condições, vislumbra-se uma boa oportunidade de desenvolvimento cognitivo aos alunos do município através do reforço conceitual proporcionado pela rede semântica de mapas conceituais multiusuários gerenciada e organizada pela ferramenta educacional Vidya Network.

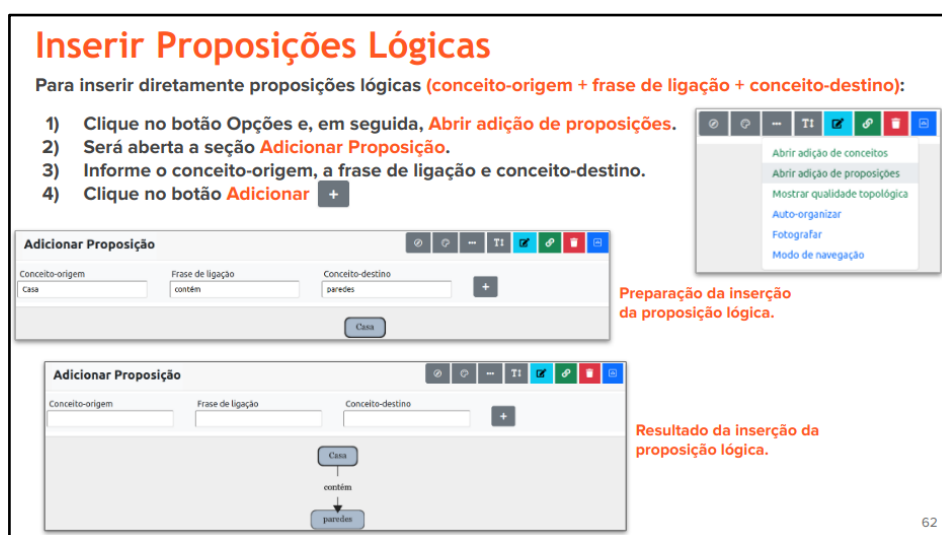
5.2 Tecnologia Assistiva para Deficientes Visuais – IFAM/AM

Esta pesquisa de campo propôs investigar a capacidade da Vidya Network de habilitar Deficientes Visuais (DVs) a trabalhar com mapas conceituais no ensino formal, visto que o mesmo foi concebido, desde as etapas iniciais de projeto, com o propósito de fornecer tecnologias assistivas para DVs serem capazes de criar e, também, compreender conteúdos de mapas conceituais (Grandi *et al.*, 2024g). O desafio central observado em relação ao

desenvolvimento dessa tecnologia assistiva residiu no fato dos mapas conceituais utilizarem caixas de texto para representar conceitos e setas rotuladas para expressar frases de ligação para interligá-los (Novak e Canãs, 2010). A solução computacional para a criação de mapas conceituais por DVs foi, conforme apresenta a Figura 34:

- a) restringir as proposições lógicas ao seu formato mais comumente utilizado (conceito-origem + frase de ligação + conceito-destino).
- b) permitir que proposições lógicas sejam inseridas em mapas através de caixas de texto seguidas por um processo de auto-organização do leiaute do mapa.

Figura 34 – Processo de inserção de proposições lógicas na Vidya Network.



Fonte: Vidya Network (2024).

Este estudo foi conduzido na disciplina de sistemas operacionais de uma turma presencial com 48 alunos do primeiro ano do ensino médio em informática do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), em 2023. O docente responsável pela disciplina, que conduziu o estudo, é deficiente visual e tem, ainda, dificuldades motoras⁶⁵. Dado que tanto o planejamento quanto a execução do estudo foram bem-sucedidos, e houve um retorno positivo dos discentes via questionário *online*, concluiu-se que a Vidya Network é capaz de apoiar deficientes visuais (DV) para os propósitos listados anteriormente.

Para o processo de compreensão de conteúdos expressos nos mapas conceituais por DVs, utilizou-se também o conceito de proposição lógica. Pode-se dizer que um mapa

⁶⁵ O docente que colaborou com este estudo é Ricardo D. P. Jacaúna, doutorando pelo PPGIE/UFRGS em 2024.

conceitual bem formado – sem conceitos isolados, com um conceito-raiz que expresse o conceito mais inclusivo, sem frases de ligação vazias, com significados coerentes elaborados por uma pessoa ou grupo que compreendeu o tema trabalhado – é formado por um conjunto coerente de proposições lógicas (Novak e Cañas, 2010). Então, com base nesse pressuposto, a Vidya Network implementou a exportação de mapas conceituais para o formato xlsx, do aplicativo Microsoft Excel, sendo que em suas primeiras linhas são escritas as propriedades gerais do mapa (referência única, autoria, nome do mapa, contexto do mapa), seguidas do texto dissertativo desenvolvido (caso criado), mais o conjunto de proposições lógicas expressas pelo mapa.

Além desses desafios específicos, há questões gerais de acessibilidade que foram observadas pela Vidya Network, tais como a identificação do idioma da página (essencial para que o leitor de tela saiba interpretar corretamente os textos), a inclusão de marcações ARIA⁶⁶ para descrever elementos para os leitores de tela, inclusão de uma marcação de título em todas as páginas, ausência de elementos não visíveis, porém renderizados na página, inclusão de textos alternativos em imagens (tanto no código como na documentação *online*) e testes de acessibilidade com o *plugin* para navegador Google Chrome Lighthouse (Castellanos, 2023).

5.2.1 Metodologia do Estudo de Campo

A questão de pesquisa que norteou este estudo de campo foi “Como implementar uma tecnologia assistiva que capacite DVs a criar, compreender e compartilhar mapas conceituais, individual ou coletivamente? E, em uma segunda etapa, como habilitar um docente DV a avaliar mapas conceituais produzidos por seus alunos?”

Visto a necessidade de validação em campo, foi realizada uma pesquisa-intervenção com coleta de dados dos alunos através de um questionário⁶⁷, voluntariamente respondido, para verificar a adequação da ferramenta a suas necessidades. As seis perguntas formuladas foram dissertativas, com a finalidade de permitir que *feedbacks* mais específicos por parte dos alunos (Malhotra, 2001). As respostas recebidas foram qualitativamente analisadas quanto ao conteúdo (Sousa e Santos, 2020). Além do questionário, foi realizada uma entrevista *online*

⁶⁶ Do inglês, *Accessible Rich Internet Applications* (Aplicações Ricas na Internet Acessíveis).

⁶⁷ O questionário aplicado foi validado, a priori, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição pesquisadora envolvida.

com o professor DV, com a finalidade específica de validar se a ferramenta atendeu as necessidades de sua práxis pedagógica.

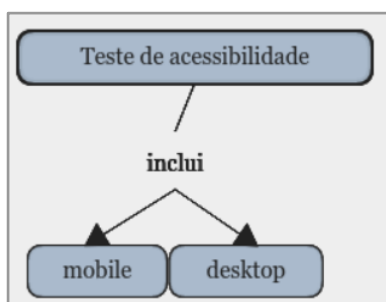
Tratou-se, portanto, de uma pesquisa de campo aplicada sobre informática na educação, na qual a intervenção pedagógica concentrou-se no apoio à distância do professor que aplicou o experimento em sua turma desde a fase do planejamento até a coleta de dados (Gerhardt e Silveira, 2009).

5.2.2 Aplicação e Análise do Estudo

Este estudo foi realizado devido ao interesse do professor da disciplina em utilizar mapas conceituais para aprimorar a qualidade da aquisição de conhecimentos e, também, para servir de instrumento de avaliação somativa em suas aulas. Sendo deficiente visual, encontrou na Vidya Network capacidades assistivas para suas necessidades.

Com apoio da equipe de pesquisa da ferramenta, primeiramente cadastrou-se na ferramenta e leu sua documentação *online*. Já nessa etapa, sugeriu a inclusão de textos alternativos em imagens da documentação para permitir fluência de leitura por pessoas não videntes. O próximo passo foi testar a capacidade da Vidya Network em apoiar a criação de mapas conceituais por DVs, utilizando-se da funcionalidade “Adicionar Proposição”. Nesse primeiro teste, o docente incluiu duas proposições lógicas, resultando no mapa conceitual apresentado na Figura 35. Nessa etapa, apareceu para o professor um campo oculto que lhe estava atrapalhando a leitura de tela. A equipe de pesquisa, que estava acompanhando *online* e sincronamente sua execução, anotou a questão e realizou o ajuste necessário, removendo esse campo oculto que, em testes anteriores com videntes, não foi evidenciado.

Figura 35 – Mapa conceitual gerado pelo professor deficiente visual.



Fonte: Os autores.

O próximo exercício realizado pelo professor foi baixar uma planilha xlsx contendo as informações desse mapa conceitual para testar se ele conseguiria entender os mapas conceituais produzidos por seus alunos, lendo as proposições lógicas informadas na planilha. Vemos na Figura 36 a planilha contendo as principais propriedades do mapa conceitual: referência única, proprietário (ocultado neste texto por questões de privacidade), contexto do mapa e métricas: qualidade topológica, quantidade de conceitos e quantidade de proposições lógicas. Em seguida, informa que não foi adicionado um texto dissertativo ao mapa e, por fim, suas proposições lógicas: “Teste de acessibilidade inclui desktop” e “Teste de acessibilidade inclui mobile”. Realizada a leitura em tela da planilha, compreendeu que a Vidya Network tem características suficientes para a realização do experimento almejado de reforço cognitivo e avaliação. Houve contribuição do docente DV também para esta etapa, sugerindo para a equipe de pesquisa o uso do *plugin* Lighthouse para o navegador Google Chrome para auditar e melhorar a qualidade da acessibilidade das principais páginas da Vidya Network. Anotada a sugestão do professor, a equipe de pesquisa trabalhou nessas páginas até atingirem a pontuação máxima. Essa melhoria foi realizada antes de iniciar o experimento em sala de aula.

Figura 36 – Planilha Excel de um mapa conceitual gerada pela Vidya Network.

	A	B
1	Ref:	#2755
2	Proprietário:	<ocultado>
3	Nome do mapa:	Teste de acessibilidade
4	Contexto do mapa:	Genérico
5	Métrica	Valor
6	Qualidade Topológica	25
7	Quantidade de Conceitos	3
8	Quantidade de Proposições Lógicas	2
9	Sem texto.	
10	Proposições lógicas do mapa	
11	1. Teste de acessibilidade inclui desktop	
12	2. Teste de acessibilidade inclui mobile	

Fonte: O autor.

Na fase executória, foram mediados conteúdos sobre chamadas de sistemas, um tema da disciplina de sistemas operacionais. Para estimular a cooperação entre os alunos, o professor formou duplas para a execução das atividades seguintes. Nas turmas, havia um aluno diagnosticado com autismo e outro com TDAH. Houve o cuidado de formar duplas desses alunos com colegas neurotípicos. Cada dupla, então, criou um *slide* sobre o conteúdo a partir de uma leitura do livro “Sistemas Operacionais Modernos” de Tanenbaum (2015). Depois, realizaram um exercício prático criando um código em linguagem C implementando chamadas de sistema.

5.2.3. Criação e Avaliação dos Mapas Conceituais em Laboratório de Informática

As atividades que seguem foram realizadas em um laboratório de informática da instituição de ensino. Para aprenderem noções sobre mapas conceituais, foi-lhes apresentada uma videoaula selecionada pelo professor. Em seguida, foi apresentado o tutorial operacional da Vidya Network. Solicitou-se às duplas, então, que criassem um mapa conceitual sobre chamadas de sistemas, visto que já haviam adquirido conhecimentos sobre o assunto com a leitura do livro e *slides* fornecidos pelo professor.

Com base nesses materiais, o professor solicitou que selecionassem 15 conceitos sobre o tema para, depois, relacioná-los. Os alunos foram consultando seus materiais de ensino e, com auxílio do professor, conectando conceitos-origem a conceitos-destino e rotulando as frases de ligação. Concluída a elaboração do mapa, os alunos geraram uma planilha Excel do mapa na Vidya Network e a postaram na ferramenta *Google Classroom*, utilizada como Ambiente Virtual de Aprendizagem. O professor, baixou as planilhas postadas e, através de leitura de tela, compreendeu o conteúdo dos mapas lendo suas propriedades e proposições lógicas geradas. Essa atividade foi utilizada na avaliação somativa da turma, valendo 10% da nota final. Duplas que, por algum motivo, não conseguiram entregar durante a aula, puderam entregar até o final do dia, perdendo 0,1 ponto de uma nota pontuada de zero a dez.

5.2.4 Análise dos Resultados

O resultado mais importante do experimento, de acordo com o retorno recebido do docente da disciplina, foi a possibilidade de aplicar, com sucesso, a prática pedagógica desejada com apoio da Vidya Network desde a fase de planejamento até a sua conclusão. A última etapa desenvolvida foi a leitura em tela das proposições lógicas contidas nos arquivos *xlsx* exportados pela Vidya Network e postados pelos alunos no *Google Classroom*, permitindo assim realizar uma avaliação da aprendizagem. Destaca-se, também, a importância dos *feedbacks* do professor durante a fase de planejamento, pois viabilizaram melhorias para a acessibilidade da ferramenta educacional.

Da parte dos alunos, o *feedback* foi coletado via questionário *online*, cujas perguntas encontram-se no Anexo 7. Obteve-se 32 de um total de 48 participantes, totalizando 67% de respondentes. As seis perguntas formuladas foram de natureza dissertativa para permitir um

feedback mais específico por parte dos alunos. A seguir encontram-se as perguntas e análises das respectivas respostas.

Pergunta 1. Como você avalia a experiência de utilizar a Vidya Network para compreender o assunto de Chamada de Sistemas na disciplina de Sistemas Operacionais? Em que medida essa ferramenta facilitou ou dificultou a sua compreensão?

- Em relação ao desenvolvimento cognitivo:
 - Avaliações positivas: 21 alunos entenderam ter ajudado a fixar melhor os conteúdos, organizando os tópicos, ajudando nos detalhes, facilitando o entendimento. Dois alunos reportaram facilitar a compreensão dos conteúdos ao visualizar como os conceitos conseguem se ligar entre si de maneira visual. Um aluno reportou ajudar por ter boa memória fotográfica.
 - Avaliações negativas: dois alunos mencionaram não ajudar muito. Um afirmou que houve dificuldade por não estar habituado a usar mapas conceituais para estudar.
- Em relação ao uso da ferramenta:
 - Avaliações positivas: sete alunos relataram ter tido uma experiência positiva, sendo divertido, bastante prático e fácil de usar. dois desses alunos relataram que foram aprendendo sozinhos com o tempo.
 - Avaliações negativas: seis alunos relataram uma experiência negativa em relação ao uso da ferramenta. Um aluno informou que gostaria de ter aprendido a usar a ferramenta antes de usá-la e cinco a consideraram difícil de usar.

Pergunta 2. Quais elementos específicos da Vidya Network você achou mais úteis para representar e organizar os conceitos relacionados à Chamada de Sistemas? Isso contribuiu para uma melhor clareza na visualização das interações e processos envolvidos?

- Avaliações positivas: 22 alunos entenderam ter tido uma experiência positiva com a Vidya Network, considerando-a uma ideia interessante, ressaltando a movimentação de caixas, a variedade de opções oferecidas para editar os mapas, sendo mais fácil do que fazer à mão, ajudando na criatividade. Mencionaram ainda que a linguagem visual ajudou a compreender melhor o conteúdo mediado reforçando: a) conceitos dos conteúdos mediados; b) as ideias associativas entre os conceitos; e c) as ideias dos conteúdos mediados.

- Avaliações negativas: dois alunos consideraram que a ferramenta não contribuiu; um que contribuiu pouco; um que a interface é pouco intuitiva e outro que não entendeu bem como fazer.

Pergunta 3. Comparando a utilização dos mapas conceituais com outros métodos de estudo que você já empregou, você acredita que os mapas conceituais foram mais eficazes na consolidação do conhecimento sobre Chamada de Sistemas? Se sim, de que forma eles se destacaram?

- Avaliações positivas: 20 alunos deram respostas positivas. Auxílios reportados: revisão, organização, integração e compreensão de conteúdos em partes; interatividade; visualização; dinamismo e agilidade.
- Avaliações negativas: nove alunos reportaram compreender que a ferramenta não teria ajudado. Um relatou que, se soubesse usar melhor, talvez fosse interessante. Um reportou considerá-la um bom método de estudo, mas que prefere outros. Outro entendeu que ela ajudou, mas não muito, a compreender os conteúdos mediados. Um último reportou preferir a explicação do professor.

Pergunta 4. Ao trabalhar com a Vidya Network, você sentiu que conseguiu identificar e trabalhar lacunas em sua compreensão sobre a Chamada de Sistemas? Os mapas ajudaram a revelar áreas onde você precisava se aprofundar ou revisar mais?

- Avaliações positivas: 21 alunos responderam positivamente, que a ferramenta melhorou e facilitou a aprendizagem e a absorção de conteúdos, diminuindo dificuldades, aprofundando a aprendizagem, ajudando a revisar e fixar conteúdos.
- Avaliações negativas: quatro alunos responderam que ela não auxiliou, sendo que um reportou ter causado um efeito contrário: fez-lhe não querer aprofundar.

Pergunta 5. Considerando a colaboração e o compartilhamento de mapas conceituais com seus colegas de classe, você acha que essa abordagem promoveu uma melhor troca de conhecimentos sobre Chamada de Sistemas? Os mapas conceituais facilitaram a discussão e a exploração conjunta dos tópicos?

- Avaliações positivas: 25 entenderam ser positiva a ferramenta neste aspecto: cada um pode ter sua própria opinião, sendo boa para estudos em grupos, permitindo maiores trocas de conhecimento, facilitando pesquisas e discussões.

- Avaliações negativas: um aluno reportou a ferramenta não auxiliar nesse aspecto, sem dar detalhes.

Pergunta 6. Gostaria de fazer algum comentário ou sugestão adicional?

- Comentários: Um aluno reportou acreditar que se trata de uma ferramenta de altíssima importância para o dia a dia, principalmente para estudantes que recebem conhecimento de muitas matérias de aula ao mesmo tempo. Outro entendeu ser uma ferramenta valiosa para estudos interdisciplinares.
- Sugestões: uma sugestão reportada por dois alunos foi para melhorar a aparência da interface, deixando-a mais intuitiva. Outro sugeriu que os professores poderiam deixar a ferramenta disponível para ensinar a aprender e utilizá-la com eficácia.

Analisando a resposta positiva do professor em relação à sua prática pedagógica, as suas contribuições para melhorias de acessibilidade da Vidya Network e a predominância de respostas positivas dos alunos, tanto em questão à aprendizagem quanto ao uso da ferramenta, entende-se que a Vidya Network cumpriu o objetivo almejado de apoiar uma turma presencial do ensino médio a realizar o reforço cognitivo através de mapas conceituais, em um ambiente colaborativo e acessível a deficientes visuais. Ressalta-se, também, as valiosas sugestões dos alunos para a melhoria da interface, deixando-a mais intuitiva, com mais opções de cores, melhor movimentação de caixas de texto e, como adicional, funcionamento em dispositivos móveis (celulares e *tablets*).

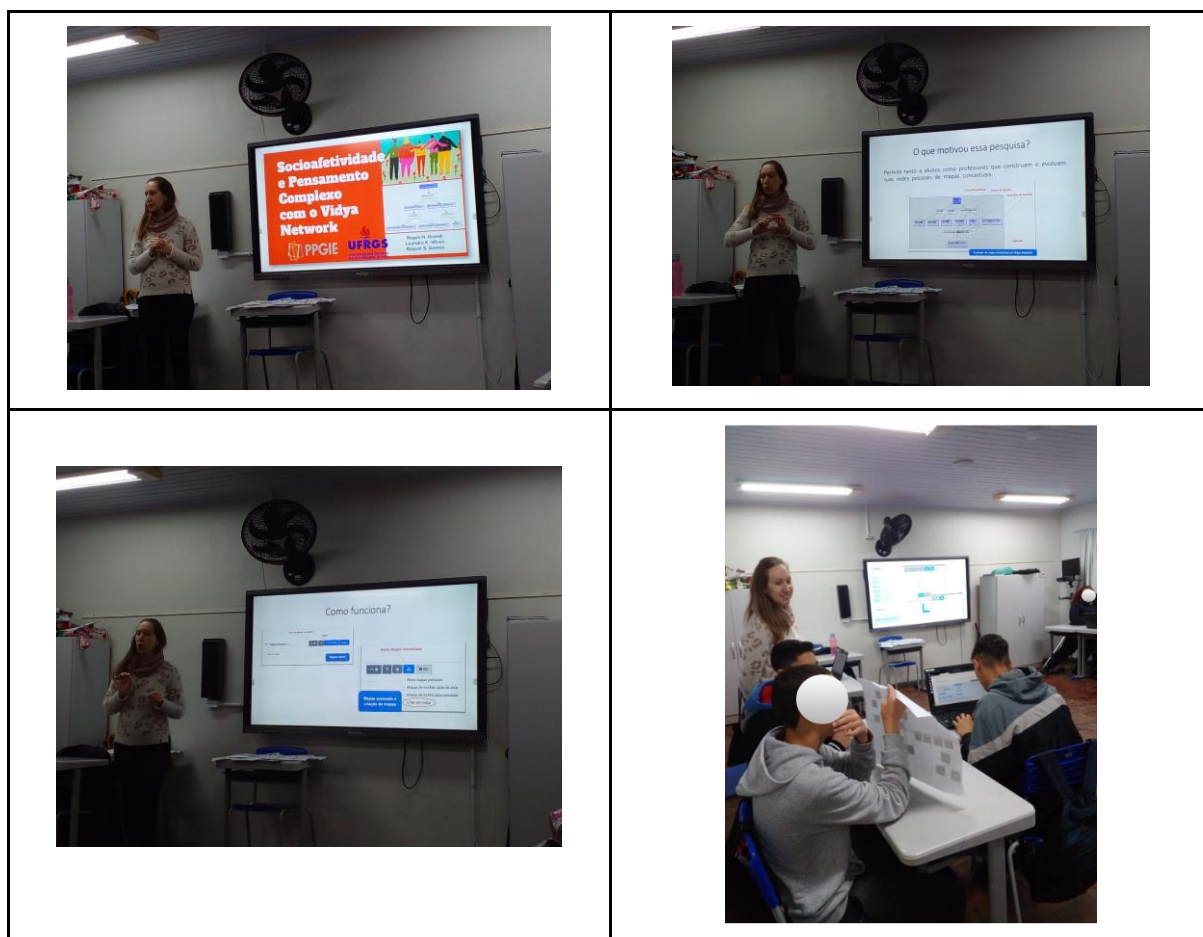
5.2.5 Considerações Finais da Pesquisa de Campo

O principal objetivo da pesquisa foi cumprido, utilizando-se a Vidya Network em uma turma presencial do ensino médio: implementar uma tecnologia assistiva em que capacite DVs a criar, compreender e compartilhar mapas conceituais, individual ou coletivamente, no ensino formal e, em uma segunda etapa, habilitar um docente DV a avaliar mapas conceituais produzidos por seus alunos. Destacam-se, também: a) as contribuições do professor para a melhoria da ferramenta, tanto em relação ao código como para os tutoriais *online*; e b) as contribuições dos alunos para a melhoria da interface, apontando a necessidade de deixá-la mais intuitiva. Ressalta-se, todavia, que este foi o primeiro estudo de acessibilidade para deficientes visuais realizado com apoio da Vidya Network, sendo planejados mais trabalhos futuros, tanto para uma consolidação dos conhecimentos adquiridos como para novas avaliações de evolução da interface e da documentação *online*, tanto por videntes quanto por deficientes visuais.

5.3 Turma de Biologia – Veranópolis (RS)

Em 26 de julho de 2023, foi realizada uma pesquisa-intervenção em uma turma de 18 alunos da disciplina de Biologia do nono ano do ensino fundamental de uma escola municipal da cidade de Veranópolis (RS) utilizando-se a Vidya Network como ferramenta de apoio à mediação sobre a diversidade da matéria. Uma vez que a equipe de pesquisa da Vidya Network não pode estar presente e havia pouco tempo disponível para a realização da atividade, foi elaborado um material instrucional resumido, que a professora auxiliar utilizou para passar orientações básicas aos alunos sobre a construção de mapas conceituais. Visto que a docente responsável pela disciplina planejou realizá-la em grupos, esse material foi desenvolvido com enfoque socioafetivo, incentivando o desenvolvimento de pensamentos complexos na abordagem de Morin (2015). Após essa etapa de capacitação, a professora titular formou seis trios e solicitou que, cooperativamente, criassem um mapa conceitual sobre o tema. As fotografias organizadas na Figura 37 mostram momentos das atividades de capacitação e de criação de mapas (os rostos dos alunos foram ocultados, para fins de privacidade).

Figura 37 – Atividades em Veranópolis com a Vidya Network.



Fonte: Professoras que realizaram a atividade.

Quatro dos seis grupos concluíram o trabalho solicitado. Como ponto principal positivo, a professora titular foi acompanhando os conceitos selecionados e as associações realizadas, ficando satisfeita com os resultados apresentados pelos trios. Os mapas conceituais produzidos tiveram qualidade topológica média de 97,25, o que significa que os mapas possuíam a quantidade necessária de conceitos (de 15 a 25), ausência de conceitos isolados, conceitos e frases de ligação devidamente rotulados⁶⁸. Além disso, não foram criados conceitos com “frases na caixa”, os quais são contraindicados por Novak. Os principais pontos negativos observados foram deixar o conceito principal isolado e alguns trios não desenvolveram frases de ligação. O Quadro 30 apresenta características e métricas dos mapas conceituais produzidos neste estudo. Os resultados dos mapas conceituais construídos demonstraram que os alunos

⁶⁸ A classe topológica – inicial, radial, hierárquica ou rede – foi adicionada posteriormente à medição de qualidade topológica como um aperfeiçoamento da métrica.

buscaram realizar a tarefa solicitada pela professora. Os problemas de deixar o conceito principal isolado e de alguns grupos não terem desenvolvido as frases de ligação indicam que esses pontos deveriam ter sido mais bem trabalhados durante a apresentação da ferramenta.

Quadro 30 – Características e métricas dos mapas conceituais criados em Veranópolis.

Trio	Qualidade topológica	Outras características
1	94 (alta)	Informaram corretamente as frases de ligação. Deixaram um conceito-chave isolado.
2	99 (alta)	Não informaram as frases de ligação.
3	98 (alta)	Não informaram as frases de ligação.
4	98 (alta)	Não informaram algumas frases de ligação.
Média	97,25 (alta)	-

Fonte: O autor.

Por solicitação das professoras, os alunos deram *feedback* oral para as professoras com sugestões de melhoria, as quais foram implementadas em versões posteriores:

- **Mudar a fonte da letra dos mapas:** foi escolhida a fonte Georgia por ser proporcional, adaptando-se a diferentes tipos de tela, agradável e de fácil leitura (Rello e Baeza-Yates, 2016);
- **Adicionar acesso a inteligência artificial:** foram disponibilizadas buscas externas de fontes, incluindo *chatbots* generativos, na edição de textos dissertativos;
- **Evitar que a função de auto-organizar seja acionada automaticamente:** Foi adicionada uma pergunta de confirmação; e
- **Permitir quebrar em mais de uma linha os conceitos e as frases de ligação:** foi adicionado o botão de “quebrar texto”, visto que essa funcionalidade permite uma melhor organização espacial do mapa quando conceitos ou frases de ligação possuem mais de uma palavra.

Os principais ganhos pedagógicos com a experiência, na visão da professora titular, foram agregar motivação e uma experiência socializadora à turma. O resultado final, pela coerência dos conceitos selecionados, das associações estabelecidas e da ausência de “frases na caixa”, pode-se dizer que foi positivo para uma primeira versão em termos de externalização de conhecimentos, havendo possibilidades de evoluir os trabalhos realizados, enriquecendo-os e reforçando a aprendizagem significativa do conteúdo mediado.

5.4 Docência com IA – PPGIE/UFRGS – Porto Alegre (RS)

O PPGIE/UFRGS realizou o curso de extensão “A Docência com Inteligência Artificial – Uma Introdução ao ChatGPT” de setembro a outubro de 2023. Essa formação, teve o objetivo de contribuir para a formação docente continuada no que tange às possibilidades e desafios dos recém disponibilizados *chatbots* gerativos de inteligência artificial, mais especificamente o ChatGPT e o Bard. O curso contou com 11 participantes, sendo que seis participaram ativamente e quatro concluíram integralmente o curso, entregando trabalhos finais. No Módulo I do curso – Conceitos-chave de IA Gerativa – foi experimentado utilizar a Vidya Network como material de estudo complementar. Foram preparados onze mapas conceituais e estabelecidas relações semânticas entre eles. Os cinco primeiros mapas foram sobre fundamentos básicos: inteligência artificial, aprendizagem de máquina, aprendizagem profunda, processamento de linguagem natural e redes neurais. Os últimos seis foram específicos sobre o foco da formação: *chatbots*, *chatbots* baseados em regras, *chatbots* inteligentes, *chatbots* baseados na linguagem AIML, *chatbots* com rede neural sem aprendizagem profunda e *chatbots* generativos. O material de apoio citado está presente no Quadro 31.

Quadro 31 – Material de apoio na Vidya Network para um curso de docência com IA.

Materiais de Apoio na Vidya Network	Textos / Mapas	Rel. Semânticas
1. Inteligência Artificial	Link	Link
2. Aprendizagem de Máquina	Link	Link
3. Aprendizagem Profunda	Link	Link
4. Processamento de Linguagem Natural	Link	Link
5. Redes Neurais	Link	Link
6. Chatbot	Link	Link
7. Chatbots Baseados em Regras	Link	Link
8. Chatbots Inteligentes	Link	Link
9. Chatbots baseados na linguagem AIML	Link	Link
10. Chatbots com rede neural sem aprendizagem profunda	Link	Link
11. Chatbots Generativos	Link	Link

Fonte: O autor.

Ao final do curso, foi solicitado aos participantes responder ao questionário avaliativo online da formação realizada, cujas perguntas estão listadas no Anexo 8. Uma das perguntas foi “Se você acessou o material complementar na Vidya Network < <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br> >, deixe um breve comentário se considerou que os mapas conceituais ou as relações semânticas disponibilizados foram úteis”. As respostas obtidas, todas positivas, estão listadas no Quadro 32.

Quadro 32 – *Feedback* dos docentes sobre material de apoio na Vidya Network.

<i>“Sim, vários. Ainda pretendo continuar...”</i>
<i>“Acredito que os mapas conceituais são boas estratégias para facilitar a observação entre conexões possíveis para os diferentes conceitos - de modo direto. Particularmente não uso muitos mapas conceituais, porém tenho diversos alunos que utilizam e gostam da estratégia, sendo um tipo de demanda que faço para estes em algumas aulas (é uma das dicas que dou quando digo para os alunos fazerem uma colinha, por exemplo - eu permito que façam uma colinha para minhas provas). Porém, como disse, não costumo fazer os mesmos. Mas entendo que estes facilitam muito a observação das conexões entre os diferentes saberes que estão sendo estudados ou sendo considerados.”</i>
<i>“As orientações presentes foram muito úteis!”</i>
<i>“Sim, foram muito úteis.”</i>

Fonte: O autor.

Pelas respostas positivas recebidas dos professores que realizaram a formação, percebe-se um potencial de uso das redes semânticas de mapas conceituais como material de ensino.

5.5 Faculdades Dom Bosco – Porto Alegre (RS)

Em novembro de 2023 a Vidya Network foi utilizada como ferramenta de apoio cognitivo e avaliação da aprendizagem relativa ao conteúdo “portas lógicas” (vide Figura 38) da disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores na Faculdade Dom Bosco, em Porto Alegre (RS). O estudo contou com cinco alunos.

Figura 38 – Blocos lógicos na eletrônica.

Resumo dos Blocos Lógicos Básicos																		
Nome	Símbolo Gráfico	Função Algébrica	Tabela Verdade															
E (AND)		$S=A \cdot B$ $S=AB$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S=A·B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	S=A·B	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	S=A·B																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
OU (OR)		$S=A+B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S=A+B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	S=A+B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	S=A+B																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
NÃO (NOT) Inversor		$S=\bar{A}$ $S=A'$ $S=-A$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>S=A'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	S=A'	0	1	1	0									
A	S=A'																	
0	1																	
1	0																	
NE (NAND)		$S=\overline{A \cdot B}$ $S=(A \cdot B)'$ $S=\neg(A \cdot B)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S=A·B'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	S=A·B'	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	S=A·B'																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
NOU (NOR)		$S=\overline{A+B}$ $S=(A+B)'$ $S=\neg(A+B)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S=A+B'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	S=A+B'	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	S=A+B'																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
XOR		$S=A \oplus B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>S=A⊕B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	S=A⊕B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	S=A⊕B																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

Fonte: Baranauskas (2013)

No primeiro encontro presencial, realizado em 09/11/23, o pesquisador explicou à turma o que é a Vidya Network, suas características técnicas, seus objetivos pedagógicos e teorias cognitivas relativas aos textos dissertativos, aos mapas conceituais e às relações semânticas lexicais. O segundo encontro, realizado em 22/11/23, teve que ser através de videoconferência devido a graves problemas meteorológicos ocorridos na cidade durante aquele dia. Nesse encontro, de enfoque mais prático, foi mostrado aos alunos como se cadastrar e formar dois grupos de estudos, visto que foi a estratégia pedagógica definida pelo professor da disciplina para a realização da atividade. Para incentivar uma maior participação dos alunos, foi solicitado a um dos grupos se poderia realizar as atividades práticas sob orientação do pesquisador. Um dos grupos aceitou e realizou as seguintes atividades:

- Criou um mapa conceitual com nome “Porta OR” no contexto específico da “Eletrônica”;
- Escreveu a questão focal do mapa: “O que é uma Porto OR na eletrônica?”;
- Escolheu, nas opções de busca externa, “Chat inteligente ChatGPT” para apoiar a escrita do texto dissertativo;
- Utilizando o modo guiado, inseriu conceitos, depois os ordena hierarquicamente, realizou associações e escreveu frases de ligação nas associações realizadas;
- Montou duas relações semânticas lexicais: “Porta AND”, como antônimo, e “Porta OU”, como sinônimo;
- Gerou um relatório textual, em formato docx (Microsoft Word) preliminar do mapa conceitual construído.

Feito isso, os dois grupos tiveram até 29/11/23 para entregar ao professor os mapas conceituais criados. Os alunos enviaram os trabalhos e a avaliação da aprendizagem foi realizada com sucesso, segundo o professor. Perguntados sobre suas experiências ao utilizar a Vidya Network na criação de um trabalho sobre o tema mediado, das portas lógicas, dois dos cinco alunos se dispuseram a responder. A seguir encontram-se as perguntas e algumas das respostas mais significativas.

P1. Como você avalia a experiência de utilizar a Vidya Network para compreender o assunto de Portas Lógicas na disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores? Em que medida essa ferramenta facilitou ou dificultou a sua compreensão?

1. “A experiência de utilizar a Vidya Network para compreender Portas Lógicas foi positiva em vários aspectos. A ferramenta oferece uma abordagem interativa e visual para explorar conceitos complexos, o que facilitou a compreensão de alguns tópicos. As simulações práticas ajudaram a visualizar o funcionamento das portas lógicas, tornando conceitos abstratos mais tangíveis.”
2. “Foi uma experiência boa, gostei da interface da plataforma e o fato dele ser responsivo.”

P2. Comparando a utilização dos mapas conceituais com outros métodos de estudo que você já empregou, você acredita que os mapas conceituais foram mais eficazes na consolidação do conhecimento sobre o tema? Se sim, de que forma eles se destacaram?

1. “A Vidya Network foi uma experiência incrível para aprender sobre Portas Lógicas na disciplina de Arquitetura e Organização de Computadores! A maneira como apresentaram os conceitos através de simulações interativas tornou tudo muito mais claro. Foi como ter uma aula prática em casa, o que facilitou bastante a compreensão.”
2. “Com certeza, pois a utilização de uma dinâmica diferenciada facilita a compreensão do conteúdo.”

P3. Ao trabalhar com a Vidya Network, você sentiu que conseguiu identificar e trabalhar lacunas em sua compreensão sobre o tema? Os mapas ajudaram a revelar áreas onde você precisava se aprofundar ou revisar mais?

1. Ah, com certeza! A Vidya Network foi excelente para identificar lacunas na minha compreensão sobre o tema de Portas Lógicas. Os mapas interativos mostraram claramente onde eu precisava me aprofundar mais.
2. Sim, os mapas auxiliaram na compreensão.

P4. Considerando a colaboração e o compartilhamento de mapas conceituais com seus colegas de classe em grupos de estudos, você acha que essa abordagem promoveu uma melhor troca de conhecimentos sobre o tema? Os mapas conceituais facilitaram a discussão e a exploração conjunta dos tópicos?

1. Com certeza! A abordagem de colaboração e compartilhamento de mapas conceituais em grupos de estudo foi extremamente eficaz para promover uma troca de conhecimentos mais rica sobre o tema das Portas Lógicas. Os mapas conceituais se tornaram uma ferramenta central para facilitar a discussão e a exploração conjunta dos tópicos.
2. Sim, acredito que outras turmas também possam utilizar essa ferramenta no futuro.

P5. Ajudou a sequência de escrever um texto, depois usar o Modo Guiado, selecionando primeiro os conceitos, depois colocando eles em ordem, por fim, conectando-os?

1. Sim, essa sequência pode ser extremamente útil para aprimorar a escrita e a estruturação de um texto, especialmente quando se utiliza o Modo Guiado para trabalhar com conceitos, ordem e conexões.
2. Sim.

P6. Alguma característica da Vidya Network você achou mais interessante?

1. Uma característica da Vidya Network que me chamou bastante atenção foi a interatividade dos mapas conceituais e das simulações. A possibilidade de interagir diretamente com os conceitos, explorar visualmente os mapas e experimentar simulações práticas foi extremamente envolvente e eficaz para a compreensão dos temas.
2. O fato dele ser responsivo e utilizar o Bootstrap.

Dado que os resultados pedagógicos foram positivos – auxílios à mediação e à avaliação da aprendizagem, satisfação demonstradas pelos alunos e respostas positivas em termos de

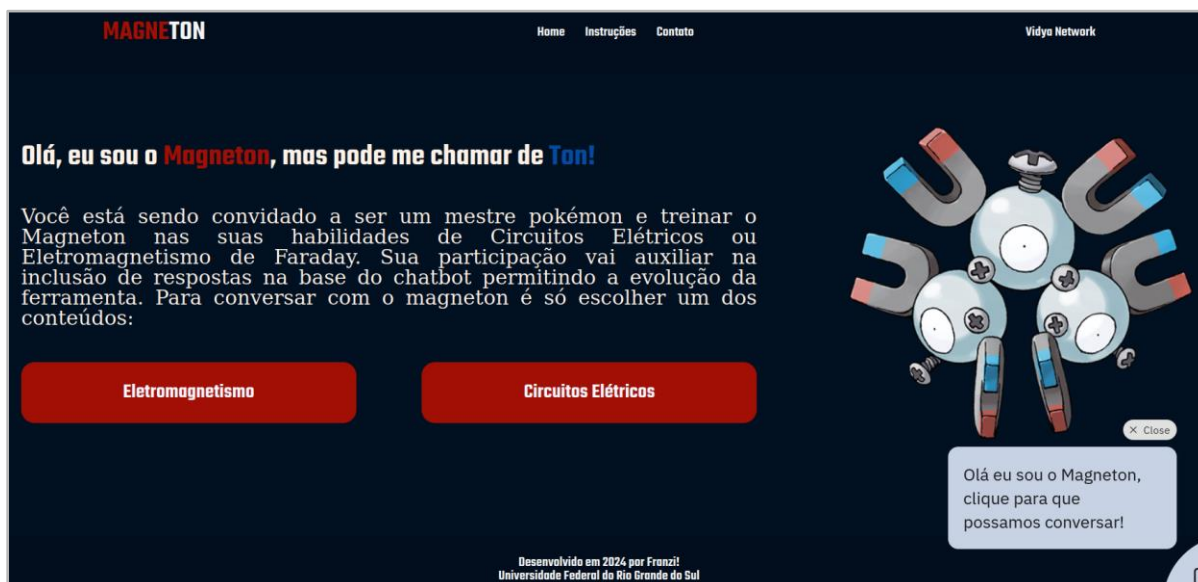
engajamento, pode-se considerar que, para essa turma reduzida de alunos, a Vidya Network cumpriu sua finalidade.

5.6 Chatbot Magneton – IFSC

Este estudo foi realizado entre março e maio de 2024 em uma turma de 31 alunos da disciplina de Eletricidade Básica do primeiro ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus Araranguá/SC. Tratou-se de um estudo conjunto da Vidya Network com o Magneton, um *chatbot* educacional que tem como objetivo apoiar o ensino de tópicos da Física. O agente inteligente do Magneton fornece perguntas e *feedbacks* imediatos a fim de colaborar com a observação reflexiva⁶⁹ dos alunos a partir de questões previamente idealizadas por um professor conteudista e treinadas por um especialista em *chatbots* inteligentes (Moro, 2024).

O objetivo deste estudo, em relação ao Magneton – cuja tela inicial é exibida na Figura 39 – foi avaliar a contribuição desse *chatbot* para a aprendizagem reflexiva dos alunos, sendo os mapas conceituais gerados na Vidya Network utilizados como instrumentos de avaliação pré e pós-teste dos alunos. A metodologia utilizada nesta pesquisa de campo foi a de experimento controlado. Os grupos experimental e de controle, inicialmente com 15 e 16 alunos, respectivamente, foram formados a partir de um particionamento pré-existente na turma devido à capacidade de utilização do Laboratório de Eletricidade da instituição de ensino.

⁶⁹ De acordo com a Teoria da Aprendizagem Experiencial de David Kolb, a observação reflexiva é a segunda etapa do Ciclo de Kolb. É nessa etapa que os alunos observam o que fizeram e aprenderam, revisando e refletindo sobre a experiência realizada (Moro, 2024, Kolb, 2014).

Figura 39 – Tela inicial do *chatbot* Magneton.

Fonte: Moro (2024).

5.6.1 Planejamento do Estudo

O planejamento pedagógico teve como objetivos estabelecer papéis, responsabilidades (Quadro 33), um cronograma e um fluxo de ações.

Quadro 33 – Papéis e responsabilidades na pesquisa de campo no IFSC.

Papel	Executor	Responsabilidades
Professor Conteudista	Eduardo T. de Oliveira Junior	provendo conteúdos sobre circuitos elétricos para a pesquisadora do Magneton.
Professor Titular	Eduardo T. de Oliveira Junior	Liderar e executar a intervenção pedagógica.
Pesquisadora Magneton	Francielli F. Moro	Treinar o banco de conhecimento do Magneton. Ficar à disposição dos alunos para orientá-lo a como operar o Magneton. Dar feedback qualitativo em relação aos mapas conceituais produzidos após a etapa de pós-teste.
Pesquisador Vidya Network	Roges H. Grandi	Cadastrar turma na Vidya Network. Ficar à disposição dos alunos para orientá-lo a como operar a Vidya Network. Dar feedback quantitativo/estrutural em relação aos mapas conceituais produzidos após a etapa de pós-teste.

Fonte: O autor.

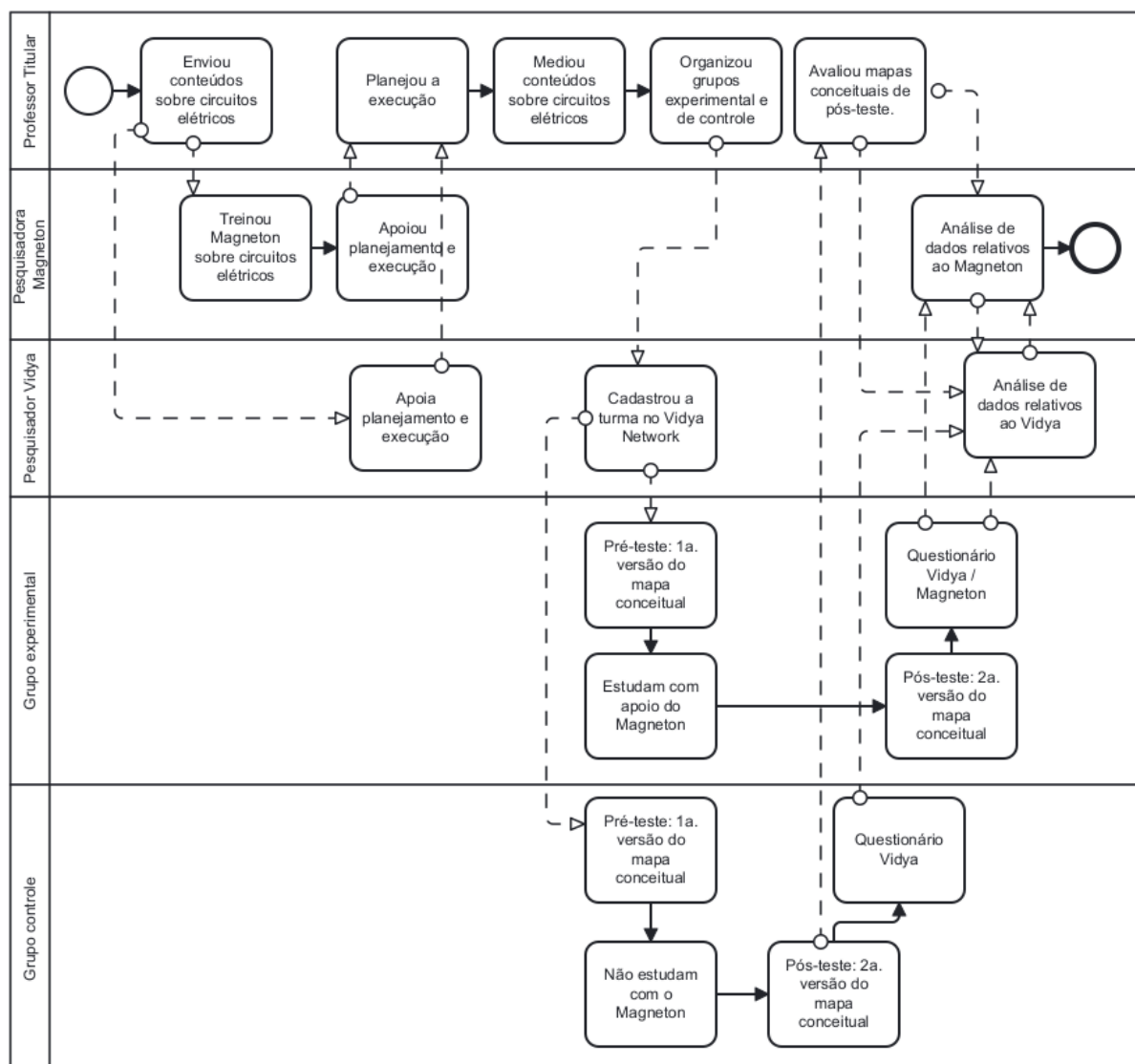
As etapas deste estudo, conforme podemos observar do diagrama BPMN⁷⁰ da Figura 40, foram:

1. O processo iniciou com o Professor Titular provendo conteúdos sobre circuitos elétricos para a pesquisadora do Magneton;
2. A Pesquisadora do Magneton treinou o banco de conhecimento do Magneton⁷¹;
3. O Professor Titular:
 - a. planejou a execução da intervenção pedagógica, contando com o apoio dos Pesquisadores do Magneton e da Vidya Network;
 - b. mediou conteúdos sobre circuitos elétricos; e
 - c. organizou os grupos experimental e de controle.
4. O Pesquisador da Vidya Network cadastrou a turma na Vidya Network;
5. O Professor Titular solicitou a todos os alunos a realizar um pré-teste da seguinte forma:
 - a. criar um mapa conceitual com o nome “*Circuitos Elétricos*”;
 - b. escrever a Questão Focal: “*O que é um circuito elétrico?*”;
 - c. escrever um texto dissertativo curto (três a cinco frases) sobre o tema;
 - d. como sugestão, criar o mapa conceitual usando o Modo Guiado; e
 - e. gerar na Vidya Network um relatório em formato docx do mapa conceitual e enviar ao Professor Titular esse relatório.
6. Os alunos do Grupo Experimental utilizaram o *chatbot* Magneton com o objetivo de refletirem sobre suas experimentações no laboratório virtual *online* e reforçar suas aprendizagens (por aderência metodológica ao experimento controlado, os alunos do Grupo de Controle não realizaram esta atividade);
7. O Professor Titular solicitou a todos os alunos a realizar um pós-teste conforme segue:
 - a. aprimorar o texto dissertativo do mapa conceitual “*Circuitos Elétricos*”, mantendo-o curto (três a cinco frases);
 - b. aprimorar o mapa conceitual; e
 - c. gerar na Vidya Network um relatório em formato docx do mapa conceitual e enviar ao Professor Titular esse relatório.
8. O Professor Titular realizou as avaliações dos mapas conceituais de pós-teste;
9. Os alunos responderam a um questionário *online*, cujas perguntas estão listadas no Anexo 9, sendo que o Grupo Experimental respondeu todas as questões, enquanto que o Grupo de Controle foi direcionado somente à Vidya Network, uma vez que não utilizou o Magneton;
10. Os Pesquisadores do Magneton e da Vidya Network analisaram os dados do estudo com apoio do Professor Titular.

⁷⁰ *Business Process Model Notation*. Em português, Notação de Modelos de Processos de Negócio.

⁷¹ Treinamento disponível em Moro (2024).

Figura 40 – Fluxo do estudo realizado com o Magneton no IFSC.



Fonte: O autor e Moro (2024).

5.6.2 Preparação dos Alunos

Foi solicitado aos alunos que se cadastrassem na Vidya Network antes de iniciar a intervenção. Após o cadastramento, foi pedido que enviassem ao professor titular os e-mails utilizados para vinculá-los à turma cadastrada na ferramenta.

Devido ao cronograma, não houve oportunidade de realizar um curso para os alunos sobre os fundamentos dos mapas conceituais e como operar a Vidya Network. Dessa forma, foi solicitado a todos os alunos ler os tutoriais *online* Bons Mapas Conceituais e Operacional (nessa ordem), disponíveis na Vidya Network. Sugeriu-se aos alunos, também, criar um mapa conceitual sobre qualquer assunto e explorar as capacidades da Vidya Network, assim que fossem lendo os tutoriais, a fim de irem se familiarizando com a ferramenta. Ao Grupo

Experimental foi solicitado também, ler o Tutorial Magneton e as instruções disponíveis no site do *chatbot*.

Os pesquisadores da Vidya Network e do Magneton ficaram à disposição dos alunos, via e-mail, caso precisassem de um apoio para operar as ferramentas. Em relação à Vidya Network somente um aluno solicitou ajuda. A esse aluno, sugeriu-se uma vez mais ler os tutoriais e, em caso de persistência de dúvidas, seria realizada uma vídeo-aula. Com a orientação de reler os tutoriais, o aluno conseguiu evoluir sozinho e não solicitou a vídeo-aula.

5.6.3 Pré-teste

O pré-teste foi realizado após a mediação inicial dos conteúdos com o professor titular. Com a finalidade de garantir mapas com uma qualidade estrutural mínima, foi solicitados aos alunos criar um mapa conceitual com o nome “Circuitos Elétricos” contendo as seguintes características:

1. escrever a Questão Focal: “O que é um circuito elétrico?”;
2. escrever um texto dissertativo curto (3 a 5 frases) sobre circuitos elétricos.
3. desenvolver o mapa conceitual:
 - a. utilizando o Modo Guiado, preferencialmente;
 - b. contendo de 15 a 25 conceitos, sem conceitos isolados após a etapa de associação de conceitos; e
 - c. contendo textos em todas as frases de ligação.

Somente um aluno do Grupo Experimental não executou a atividade. Assim, o Grupo Experimental passou a ter 14 alunos e o de Controle continuou com 16, totalizando 30 alunos.

5.6.3 Evolução Quali-quantitativa dos Mapas Conceituais

A evolução dos mapas conceituais do pré-teste até o pós-teste foi dividida em duas etapas. A primeira, de natureza quantitativa (que incluiu uma análise estrutural dos mapas), foi realizada pelo pesquisador da Vidya Network. A segunda, qualitativa, foi pela pesquisadora do Magneton com apoio do professor titular. Para essas análises, foi gerado, a partir da Vidya Network, um relatório Word para cada mapa conceitual ao final das etapas de pré-teste e pós-teste, formando um conjunto um total de 60 relatórios.

Análise Quantitativa

Conforme podemos ver no Quadro 34, ambos os grupos tiveram uma evolução no que se refere à classe topológica, recomendando-se preferencialmente a topologia em rede, depois a hierárquica, depois a radial e, por fim, a inicial, quando não existem associações entre conceitos (Kinchin et al. 2000, p. 48). Por esse critério, os grupos Experimental e de Controle evoluíram, respectivamente, 14,3% e 31,3%. Em relação à métrica de Qualidade Topológica, o Grupo Experimental apresentou uma diminuição média de 6,2 pontos, enquanto o Grupo de Controle aumentou 3,5 pontos. Em relação à quantidade de conceitos, o Grupo Experimental apresentou uma evolução média de 1,4 conceitos, ficando ao final com 21,5 conceitos em média. Já o Grupo de Controle aumentou 5,5 conceitos em média, passando a ter uma média de 26,7 conceitos. Quanto à topologia, notou-se uma melhoria mais acentuada do pré-teste ao pós-teste realizada pelo Grupo de Controle. Em relação à quantidade de conceitos, o Grupo Experimental manteve-se, na média, na recomendação de criar de 15 a 25 conceitos por mapa. O Grupo de Controle, por sua vez, apresentou uma média de 26,7 conceitos, um pouco acima do solicitado.

Em termos estruturais e quantitativos, portanto, não se pode concluir que o Grupo de Experimental obteve melhores resultados do que o Grupo de Controle, apresentando ambos os grupos evoluções dentro do esperado.

Tabela 5 – Análise quantitativa da evolução dos mapas conceituais no IFSC.

Grupo Experimental	Métrica	Pré-teste		Pós-teste		Dif.	Análise
Alunos	Quant.	14	-	14	-	0	Permanência
Topologia em Rede	Quant.	8	57,1%	10	71,4%	14,3%	Evolução topológica
Topologia Hierárquica	Quant.	5	35,7%	3	21,4%	-14,3%	
Topologia Radial	Quant.	1	7,1%	1	7,1%	0	
Qualidade Topológica	Média	89,9	-	83,6	-	-6,2	Diminuição
Conceitos	Média	20,1	-	21,5	-	1,4	Acréscimo
Grupo de Controle	Métrica	Pré-teste		Pós-teste		Dif.	Análise
Alunos	Quant.	16	-	16	-	0	Permanência
Topologia em Rede	Quant.	7	43,8%	12	75,0%	31,3%	Evolução topológica
Topologia Hierárquica	Quant.	9	56,2%	4	25,0%	-31,3%	

Grupo Experimental	Métrica	Pré-teste		Pós-teste		Dif.	Análise
Topologia Radial	Quant.	0	0,0%	0	0,0%	0	
Qualidade Topológica	Média	81,6	-	85,1	-	3,5	Acréscimo
Conceitos	Média	21,2	-	26,7	-	5,5	Pós: > 25
Análise Evolutiva							
Topologia	O Grupo Experimental apresentou uma evolução na ordem de 14,3%. O Grupo de Controle apresentou uma evolução na ordem de 31,3%.						
Qualidade Topológica	O Grupo Experimental apresentou uma diminuição média de 6,2 pontos. O Grupo de Controle apresentou um aumento médio de 3,5 pontos.						
Conceitos	O Grupo Experimental apresentou um aumento médio de 1,4 conceitos. O Grupo de Controle apresentou um aumento médio de 5,5 conceitos.						

Fonte: O autor.

Análise Qualitativa

Analisando qualitativamente as evoluções dos mapas conceituais elaborados pelos alunos da etapa de pré-teste até o pós-teste, além de informações obtidas diretamente do banco de dados do Magneton, Moro (2024) relatou que:

Foram apresentados os mapas de pré-teste e pós-teste de alguns alunos para comparação da evolução da conceitualização e reflexão de forma qualitativa. Notou-se, que os alunos do grupo experimental tiveram evoluções claras na elaboração de frases de associação e classificação. No entanto, nem todos os estudantes do grupo atribuíram novos conceitos e modificações significativas nos seus mapas após o uso do Magneton, não sendo possível avaliar a eficácia do Magneton na turma toda. Mesmo assim, foi possível notar que o resultado foi melhor entre os alunos que utilizaram o Magneton entre os alunos que atribuíram novos conceitos significativos. No grupo de controle nenhum aluno teve resultados de avanço significativo, e um aluno regrediu em seu resultado inicial. Desse modo, verificar os outros métodos para obtenção dos resultados foi importante para complementar a análise.

Em relação à análise dos Bancos de Dados do Magneton, foi possível notar que houve uma melhoria de 73% para 92% no entendimento de intenções de resposta dos alunos. Foi possível também notar que todos os alunos do grupo experimental utilizaram o chatbot pelo menos uma vez. E os que utilizaram mais que uma passaram a atribuir conhecimentos anteriormente explicados pelo agente em suas respostas (Moro, 2024, p. 211-212).

As reflexões de Moro (*ibid.*) são importantes para destacar que a análise qualitativa dos conteúdos dos mapas conceituais, que inclui fatores como pertinência dos conceitos selecionados e das ideias expressas pelas proposições geradas a partir de suas associações, são

o que realmente podem determinar a qualidade de um mapa conceitual para uma avaliação efetiva da aprendizagem do aluno.

Questões estruturais e quantitativas, como a classe topológica, a qualidade topológica e a quantidade de conceitos são indicadores que visam dar suporte aos professores a questões mais básicas, como:

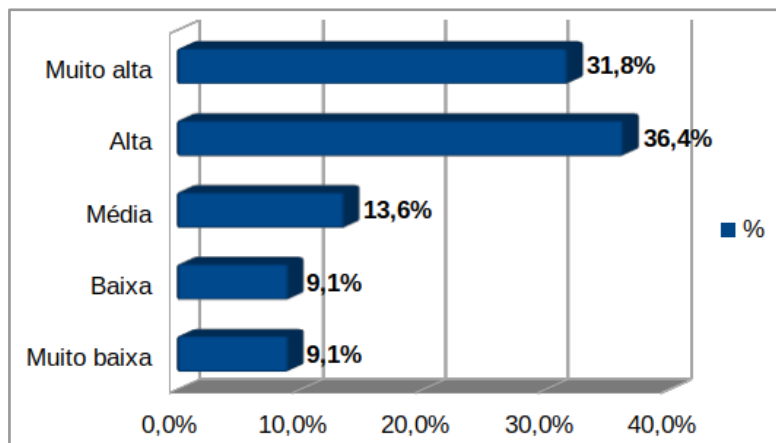
- “O mapa tem poucos conceitos, precisa ser enriquecido.”;
- “O mapa tem muitos conceitos, será que não daria para dividir seu conteúdo em mais de um mapa conceitual?”;
- “A classe topológica do mapa é radial. Vemos que todas as associações conceituais partem do conceito-raiz. Será que conseguimos encontrar associações hierárquicas ou horizontais?”
- “O mapa tem conceitos isolados. Vamos associá-los ou excluí-los?”
- “Existem associações entre mapas conceituais cuja frase de ligação não foi definida. Que termos podemos usar para associá-los?”

5.6.4 Feedback dos Alunos

Foi enviado aos alunos um questionário *online* após a etapa de pós-teste, com a finalidade de ter um *feedback* tanto quanto à Vidya Network (todos os alunos) quanto ao Magneton (Grupo Experimental). As perguntas deste questionário estão listadas no Anexo 9. Foram coletadas 27 respostas. Porém, dois alunos responderam duas vezes ao questionário. Decidiu-se, então, desconsiderar as primeiras respostas fornecidas por esses alunos. Três alunos não realizaram pré e pós-teste, desqualificando assim as suas respostas. O universo de respostas ficou, portanto, com 22 respondentes (73,3% dos 30 alunos participantes).

Respondendo à pergunta “Acredito que a Vidya Network pode me ajudar a compreender melhor os conceitos de outros temas, além dos circuitos elétricos.”, visando buscar a percepção dos alunos quanto à utilidade geral da ferramenta, 7 (31,8%) dos alunos consideraram muito alta, 8 (36,4%) consideraram alta, 3 (13,6%) consideraram média, 2 (9,1) consideraram baixa e 2 (9,1) consideraram muito baixa (Figura 41), demonstrando uma crença de utilidade da ferramenta pelos alunos.

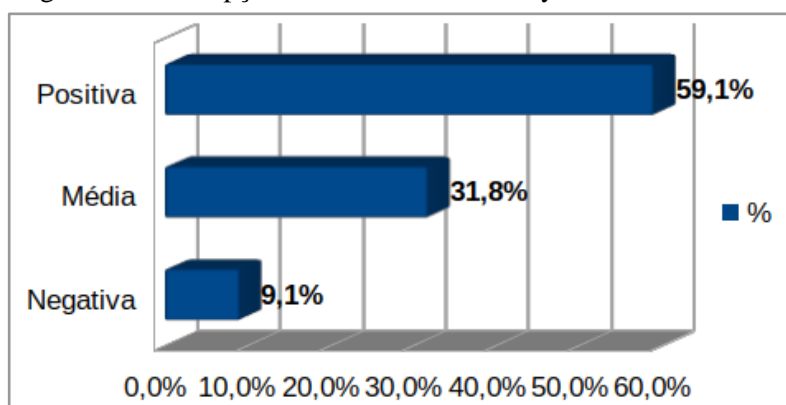
Figura 41 – Percepção de utilidade geral da Vidya Network no IFSC.



Fonte: O autor.

Visando buscar a percepção geral de usabilidade, foi perguntado “Em termos gerais, como foi a sua experiência usando a Vidya Network?”. Analisando qualitativamente as respostas, concluiu-se que 13 (59,1%) alunos tiveram uma experiência positiva, 7 (31,8%) mediana e 2 (9,1%) negativa (Figura 42). Observa-se que: a) dos que consideraram positiva, apenas um aluno não leu os tutoriais; b) dos que consideraram a experiência média, 2 não leram os tutoriais; e c) dos que desaprovaram, ambos não leram os tutoriais, indicando uma possível correlação entre a experiência com a ferramenta e a leitura prévia dos tutoriais disponíveis.

Figura 42 – Percepção de usabilidade da Vidya Network no IFSC.



Cinco alunos escreveram o texto dissertativo, conforme recomendado. Desses, três (60%) extraíram conceitos dos textos, demonstrando uma utilidade dessa funcionalidade. Também cinco alunos utilizaram o Modo Guiado para orientá-los na criação dos seus mapas conceituais. Desses cinco alunos, quatro (80%) aprovaram a usabilidade da Vidya Network e um (20%) a considerou mediana, o que demonstra uma possível correlação entre os dois

fatores. Perguntados se gostariam de usar novamente a Vidya Network, 15 (68,2%) relatou que sim e 7 (31,8%) respondeu negativamente, indicando também aprovação.

Perguntados sobre características negativas da Vidya Network, visando *feedbacks* para melhoria: a) dois relataram dificuldades em usá-lo; b) um relatou dificuldades de atualizar os mapas via celular; c) um pediu mais possibilidades de formatação de letras dos mapas; d) um solicitou a possibilidade de exportar os relatórios em PDF, além de Word e Excel; e e) três relataram que o mapa se auto-organiza, sem pedir, ao adicionar conceitos via campo textual ou importando-os dos textos dissertativos.

Com base nesses *feedbacks*, foram dadas orientações ao aluno com dificuldade de editar os mapas no celular de como usar os botões e a tela *touchscreen* para melhores resultados. A possibilidade de exportar os mapas em formato PDF e a possibilidade de utilizar outras fontes de caracteres nos mapas foram registradas como sugestões (*issues*) no repositório GitLab. O problema de auto-organizar os mapas sem pedir ao adicionar conceitos via textual ou importando-os dos textos dissertativos foi resolvido e comunicado aos alunos.

Em relação à pergunta “Quer deixar um comentário ou sugestão adicional sobre a Vidya Network?”: a) um aluno respondeu ter apreciado poder pesquisar e ver outros mapas; b) um relatou ter gostado da simplicidade de usar; c) um respondeu achar interessante o Modo Guiado, apesar de não o ter utilizado; d) um aprovou a possibilidade de deixar mapas públicos e livres para que outras pessoas do meio acadêmico possam desfrutar dos mapas já realizados; e) um apreciou a facilidade de organizar os mapas e; f) um apreciou a facilidade de adicionar e excluir conceitos.

Com base nas respostas dos alunos, entendeu-se haver uma aprovação geral da Vidya Network, tanto em termos de contribuição cognitiva como de usabilidade. Destaca-se, também, a importância da leitura dos tutoriais online, que tanto neste estudo como nos anteriormente realizados demonstram sua utilidade. Percebe-se, também, uma oportunidade de organizar cursos para auxiliar ainda mais os aprendizes a tirar melhor proveito da ferramenta educacional.

5.6.5 *Feedback da Pesquisadora do Magneton*

Questionada quanto à percepção da Vidya Network no processo de validação do Magneton, a Pesquisadora do Magneton respondeu:

Acredito que utilizar o Vidya Network como ferramenta para que os alunos pudessem elaborar seus mapas conceituais antes e depois da aplicação do chatbot Magneton foi uma ótima decisão. Isso porque a ferramenta tem diversas funções relevantes que além de auxiliar o aluno na elaboração de um bom mapa, auxilia o professor na avaliação deles.

Notou-se que de início, houve alguma dificuldade por parte dos alunos de utilizar a ferramenta. Tive a impressão de que a dificuldade dos alunos nem era tanto na utilização do Vidya, mas sim na falta de entendimento sobre como elaborar um bom mapa. Quando eles pegaram o jeito, no entanto, pelo Vidya entregar algumas métricas os alunos acabam por se motivar a atingir uma “nota” adequada para aquele mapa. Com isso, foi possível enxergar que em ambos os grupos (controle e experimental) houve um esforço por parte dos alunos de entregar um mapa que atendesse as métricas presentes no Vidya.

Isso facilitou muito o meu trabalho e do professor responsável de comparar e verificar o conteúdo por dentro dos mapas de forma qualitativa. Foi possível notar que embora o esforço de todos os alunos para desenvolver um mapa que atendesse aos requisitos de um bom mapa conceitual de forma estrutural, nem todos os alunos se destacaram em elaborar um mapa com conteúdo que respondesse à pergunta focal de atividade.

Alguns exploraram conceitos além do que o professor havia inserido como material online no AVA da disciplina. No entanto, com a utilização do Vidya foi possível notar de forma qualitativa que os alunos que utilizaram o Magneton corresponderam de melhor forma a atividade proposta pelo professor, pois focaram no conteúdo de Circuitos Elétricos.

Outro fator importante é que houve uma constância entre os mapas entregues depois do uso do Magneton, ou seja, os alunos com melhorias significativas evoluíram de forma conjunta sob um mesmo aspecto mesmo entregando mapas individualizados.

Recomendo o uso da ferramenta pois ela reúne em um mesmo lugar os mapas da turma e facilita a construção desses mapas a partir de textos. Para os professores ter como gerar um relatório, inclusive com as relações semânticas, facilita muito a avaliação qualitativa individual de cada mapa (Francielli F. Moro, 18 de junho de 2024).

5.7 Fechamento das Validações Pedagógicas

Retomando a questão de pesquisa expressa no Quadro 1, o objetivo pedagógico ao desenvolver a Vidya Network foi conceber uma ferramenta educacional a partir do conceito de RSMCs Institucionais capaz de apoiar práticas pedagógicas que almejam o desenvolvimento do pensamento e da linguagem através do desenvolvimento de textos, da criação de mapas conceituais e da identificação de relações semânticas lexicais, apoiando a aquisição significativa de conhecimentos e a execução de atividades sociointerativas contemporâneas e inclusivas.

No que se refere ao desenvolvimento do pensamento e da linguagem unificando as técnicas cognitivas de desenvolvimento de textos dissertativos, criação de mapas conceituais e identificação de relações semânticas lexicais (Figura 1), temos que:

- a) Em relação aos textos dissertativos, a sua contribuição ficou mais evidente no estudo junto ao IFSC, visto que o mesmo contou com a nova funcionalidade de extrair conceitos para os mapas a partir dos textos desenvolvidos.
- b) Em relação aos mapas conceituais, os estudos realizados reforçaram as evidências de suas contribuições para a aquisição significativa de conhecimentos, bem como para a avaliação da aprendizagem, conforme relatos de Novak e Cañas (2010) e de Moreira (2016). Buscou-se na Vidya Network, entretanto, dar novas contribuições a essa técnica, oferecendo:
 - i) o Modo Guiado, com o objetivo de permitir aos aprendizes seguir um processo em três etapas: criação, ordenação e associação de conceitos. Nesse processo, os conceitos recém adicionados ficam à esquerda do mapa, formando o que Novak e Cañas chamaram “um estacionamento de conceitos”. Os relatos do estudo no IFSC evidenciaram as contribuições dessa funcionalidade para a criação de mapas conceituais com menos frases na caixa (problema clássico dos mapas conceituais) e, também, para a seleção e associação mais conscientes de conceitos;
 - ii) o Modo de Navegação Gráfica permite que, ao clicar em um conceito do mapa, a Vidya Network procure mapas conceituais visíveis contendo esse conceito ou parte dele, utilizando uma busca lematizada (vide Quadro 20).

- iii) a identificação de conceitos isolados por borda pontilhada: oferece aos aprendizes um artifício visual para perceberem os conceitos isolados, indicando a necessidade de associá-los ou excluí-los do mapa;
 - iv) diferentes métricas para os textos dissertativos – quantidade de sentenças, vocabulário e leitura de Flesch, para que os professores possam ter dados quantitativos para apoiar a avaliação de textos desenvolvidos pelos alunos;
 - v) diferentes métricas para os mapas conceituais – classe topológica, qualidade topológica, quantidade de conceitos e quantidade de proposições lógicas – para que os professores possam ter dados quantitativos para apoiar a avaliação de mapas conceituais criados por seus alunos.
- c) em relação à colaboração para a aprendizagem através da identificação e pesquisa de relações semânticas lexicais associadas a conceitos de diferentes mapas conceituais, as evidências foram coletadas na forma de uma avaliação externa da qualidade (ISO/IEC 2023a, 2023b), junto a especialistas (docentes) no estudo de Arroio dos Ratos/RS.

Quanto ao apoio a atividades sociointerativas contemporâneas, as evidências de apoio das características colaborativas e cooperativas da Vidya Network – capacidade de compartilhar mapas conceituais, capacidade de pesquisar mapas conceituais visíveis elaborados por outras pessoas, a capacidade de formar grupos de estudos, a capacidade de criar coletivamente mapas conceituais em nível de turma, a capacidade de alunos editarem *online* e coletivamente mapas conceituais, a possibilidade de se comunicarem sobre os trabalhos em salas de *chat*, a possibilidade de discutir tópicos em fóruns ou em debates de tese – vieram dos estudos junto ao IFAM e às Faculdades Dom Bosco. A inclusividade foi validada junto ao IFAM, oferecendo tecnologias assistivas que permitem que professores e alunos deficientes visuais possam criar e entender conteúdos de mapas conceituais.

Em relação ao ensino formal, as validações no ensino fundamental foram realizadas nos estudos de Arroio dos Ratos e Veranópolis; no ensino médio, junto ao IFAM e ao IFSC; no ensino superior nas Faculdades Dom Bosco e na extensão universitária no PPGIE/UFRGS.

As métricas de quantidade de conceitos e de qualidade topológica (a primeira proposta por Novak e Cañas (2010) e a segunda criada nesta pesquisa) mostraram-se especialmente úteis

nas pesquisas de campo para estabelecer um padrão mínimo de qualidade estrutural dos trabalhos entregues para os professores, posteriormente, analisarem a qualitativamente os mapas conceituais criados analisando os conceitos selecionados e as frases de ligação estabelecidas para associá-los.

Análises qualiquantitativas foram realizadas através de questionários nos estudos de Arroio dos Ratos, Veranópolis, IFAM, IFSC, Faculdades Dom Bosco e PPGIE/UFRGS, somando 57 professores e 122 alunos, um total de 179 pesquisados, coletando 109 respostas (60,9%). Esses questionários incluíram perguntas qualitativas sobre contribuições ao desenvolvimento cognitivo, contribuições específicas ao conteúdo mediado, usabilidade, comparação com outros métodos de estudo, ajuda para identificar lacunas de aprendizagem e ajuda como ferramenta colaborativa. Analisadas essas questões quanto ao conteúdo (Sousa e Santos, 2000), as respostas indicaram uma aprovação média de 94% dos respondentes.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesta tese, propôs-se a criação e a validação pedagógica da ferramenta educacional Vidya Network, a qual integra textos dissertativos, mapas conceituais e redes semânticas lexicais em uma rede colaborativa de conhecimentos com o objetivo de desenvolver o pensamento e a linguagem, incrementando a aprendizagem significativa, em uma abordagem sociointeracionista.

Nas validações pedagógicas realizadas do ensino fundamental ao ensino superior, a qual contou com a participação de 57 professores e 122 alunos, não foi observada nenhuma evidência de incoerência integrativa entre essas técnicas de desenvolvimento do pensamento e da linguagem: textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais, em uma Rede Interdisciplinar e Colaborativa de Conhecimentos: a Rede Semântica de Mapas Conceituais do Vidya Network. Ao contrário, houve aprovação em todos os estudos de campo realizados, de onde se depreende que a validação pedagógica realizada foi satisfatória. Dos 57 professores que participaram da pesquisa, somente um, da área da Educação Física, que ocupa mais espaços abertos e tem um enfoque acentuado em aulas práticas, compreendeu que a ferramenta apresenta um potencial menor para suas necessidades pedagógicas. Todavia, este mesmo professor considerou seu uso para desenvolver a parte teórica relacionada aos conceitos e aos fundamentos dos esportes, viabilizando uma relação lógico-associativa entre teoria e prática.

A métrica de qualidade topológica, que foi criada no escopo desta pesquisa, mostrou-se útil nas pesquisas de campo como critério de entrega de trabalhos solicitados pelos professores, estabelecendo uma qualidade mínima estrutural para os professores avaliarem a qualidade dos mapas conceituais em relação aos conceitos selecionados e as frases de ligação criadas para associá-los.

Haja vista a quantidade de funcionalidades proporcionadas pela Vidya Network – criação, compartilhamento, busca lematizada e duplicação de mapas conceituais, criação de textos dissertativos, busca externa de fontes confiáveis para elaboração de textos, estabelecimento e busca de relações semânticas lexicais, criação de conceitos a partir do texto dissertativo, criação de conceitos a partir de campos textuais, criação de proposições lógicas, auto-organização de leiaute, navegação gráfica, modo guiado, edição *online* coletiva de mapas conceituais, debate de teses, fóruns de discussão, salas de *chat*, grupos de estudo – além das

métricas para mapas conceituais (quantidade de conceitos, quantidade de proposições lógicas, classe topológica, qualidade topológica), das métricas para textos dissertativos (quantidade de sentenças, vocabulário, leitura de Flesch), dos modos operacionais em telas tradicionais (computadores pessoais, *notebooks*), dos modos operacionais em telas sensíveis ao toque (telefones celulares, *tablets*, computadores *touchscreen*), as validações focaram-se no núcleo central pedagógico da Vidya Network: os textos dissertativos, os mapas conceituais as relações semânticas lexicais e as funcionalidades sociointeracionistas.

Dessa forma, percebe-se um potencial de estudos complementares utilizando-se essas características em cenários específicos de utilização da Vidya Network. Os trabalhos futuros com base na Vidya Network podem incluir, dentre outros temas, a validação: i) do apoio pedagógico a autistas⁷²; ii) estudar o apoio das tecnologias assistivas inclusas para pessoas com dificuldades de coordenação motora fina; iii) de um *chatbot* inteligente, a ser implementado, para habilitar videntes, neurotípicos, deficientes visuais e neuro divergentes a buscar mapas conceituais, criar conceitos, criar proposições lógicas e outras funções que se considere útil solicitar verbalmente; iv) do apoio pedagógico proporcionado pela técnica dos debates de tese associada a mapas conceituais; v) realizar pesquisas de campo em projetos interdisciplinares; vi) de inclusão de recursos multimídia (imagens, vídeos, áudios); vii) do apoio da Vidya Network em outros países (em andamento em Moçambique) e em outros idiomas (inglês e espanhol); e viii) usos híbridos da Vidya Network com outras ferramentas em modalidades e arquiteturas pedagógicas variadas, voltados a contextos e finalidades específicos.

Assim, espera-se manter a ferramenta Vidya Network ativa em servidores da universidade e projetos de pesquisa presentes e vindouros, para aprofundamento dos estudos de suas potencialidades e limites, bem como para sua maior difusão entre os públicos acadêmico e educacional.

REFERÊNCIAS

⁷² A proposta deste tema recebeu menção honrosa no InovaEduBR Summit 2024 (Bastos, 2024).

ABBOUD, M. de T. **Avaliação dos resultados cirúrgicos e funcionais de vaginoplastias secundárias com enxerto livre em malha em pacientes previamente submetidas a cirurgia de redesignação sexual masculino para feminino.** Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGGO/UFRGS, 2020.

ALVES, R. M. P.; SILVA, I. M. M. **Mediação pedagógica na educação a distância: a atuação docente na produção textual colaborativa em fóruns de discussão.** Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância, v. 12, n. 22, p. 119-147, 2020.

ALVARADO, R. U. **A Lei de Lotka na bibliometria brasileira.** Ciência da informação, v. 31, p. 14-20, 2002.

APA. **Top 20 Principles for Pre-K to 12 Education.** (2021). Disponível em: <https://www.apa.org/ed/schools/teaching-learning/top-twenty/principles>. Acesso em: 11 maio 2024.

APA. **Os 20 princípios mais importantes da psicologia para o ensino e aprendizagem de estudantes da educação infantil, ensino fundamental e ensino médio.** Comissão profissional para a Psicologia nas Escolas e na Educação. American Psychological Association, 2015.

ARIA, M. (2021) **Bibliometrix: Data Importing and Converting.** Disponível em <https://www.bibliometrix.org/vignettes/Data-Importing-and-Converting.html>. Acesso em 05 abr. 2024.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P. *et al.* **Educational psychology: A cognitive view.** New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P. **A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention.** The Journal of General Psychology, v. 66, n. 2, p. 213-224, 1962.

BALLATORE, A. *et al.* **Geographic knowledge extraction and semantic similarity in OpenStreetMap.** Knowledge and Information Systems, v. 37, p. 61-81, 2013.

BARANAUSKAS, J. A. **Funções Lógicas e Portas Lógicas**. Departamento de Computação e Matemática, Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP). Ribeirão Preto. São Paulo, 2013.

BASTOS, P. V.; GRANDI, R. H.; GOMES, R. S.; WIVES, L. K. **Redes semânticas de mapas conceituais como recurso pedagógico para alunos com Transtorno de Espectro Autista (TEA)**. InovaEduBr Summit 2024. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2024.

BERK, L. E.; WINSLER, A. **Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education**. NAEYC Research into Practice Series. Volume 7. *In: National Association for the Education of Young Children*. Washington: 1995.

BIANCARDI, C. *et al.* **APA2I-Uma Arquitetura Pedagógica Aberta, Adaptativa e Inteligente para Construção Cooperativa de Conhecimento**. RENOTE, v. 18, n. 2, p. 131-140, 2020.

BIGOLIN, M. **RevisãoOnline: Ferramenta web de revisão por pares com foco em textos dissertativo-argumentativos**. Tese de Doutorado em Informática na Educação, PPGIE/UFRGS, 2023.

BORMUTH, John R. The cloze readability procedure. *Elementary English*, v. 45, n. 4, p. 429-436, 1968.

BOTIROVNA, O. S. The importance of Critical Reading for Academic Purpose of the Language with Analyzing PISA Tests. **Galaxy International Interdisciplinary Research Journal**, v. 10, n. 11, p. 14-18, 2022.

CASELI, H. *et al.* **Processamento de Linguagem Natural**. Sociedade Brasileira de Computação, 2022.

CASTELLANOS, P. N. **Accesibilidad Digital para páginas web universitarias del Ecuador**. *ComHumanitas: revista científica de comunicación*, v. 14, n. 2, p. 127-154, 2023.

CAT (Comitê de Ajudas Técnicas). **Ata da VII Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT / CORDE / SEDH / PR**. 13 e 14 dez. 2007.

CERQUEIRA, V. M. M. de. **Mediação pedagógica e chats educacionais: a tessitura entre colaborar, intermediar e co-mediador**. 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

CHALL, J. S.; DALE, E. **Readability revisited: the new Dale-Chall readability formula**. Brookline Books, 1995.

CHISHMAN, R. **Convergências entre semântica de frames e lexicografia**. *Linguagem em (Dis) curso*, v. 16, p. 547-559, 2016.

CHRISTENSEN, A. P. *et al.* Remotely Close Associations: Openness to Experience and Semantic Memory Structure. *In: European Journal of Personality*, v. 32, n. 4, p. 480–492, 2018.

COUNCIL OF SCIENCE EDITORS (CSE). **Scientific style & format: The CSE manual for authors, editors, and publishers**. 9th ed. Reston, CSE. 2022.

CRUSE, D. A. **Glossary of semantics and pragmatics**. Edinburgh University Press, 2006.

CRUSE, D. A. **Lexical semantics**. Cambridge university press, 1986.

DANZA, H. C. **Conservação e mudança dos projetos de vida de jovens: um estudo longitudinal sobre Educação em Valores**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DEMNER-FUSHMAN, D. *et al.* Natural language processing for health-related texts. *In: Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. Springer International Publishing, 2021. p. 241-272.

DUBAY, W. H. **Smart Language: Readers, Readability, and the Grading of Text**. 2007. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED506403.pdf>. Acesso em 16 mar. 2024.

ENKVIST, I. **A Boa e a Má Educação: Exemplos Internacionais**. Campinas: Kírion, 2020.

EUROPEAN DATA PORTAL. **Designing and developing RDF vocabularies**. 2014.

Disponível em:

https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/d2.1.2_training_module_2.4_designing_and_developing_vocabularies_in_rdf_en_edp.pdf. Acesso em: 16 de mar. 2024.

FALEIRO, D. **Alteração do perfil de citocinas maternas em período gestacional e o diagnóstico de anomalias fetais congênitas: revisão sistemática e estudo pré-clínico.** Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGGO/UFRGS, 2022.

FARNIA, F.; GEVA, E. **Cognitive correlates of vocabulary growth in English language learners.** *In: Applied Psycholinguistics*, v. 32, n. 4, p. 711-738, 2011.

FARR, J. N. *et al.* **Simplification of Flesch reading ease formula.** *Journal of Applied Psychology*, v. 35, n. 5, p. 333, 1951.

FILLMORE, C. **Frame semantics.** *Linguistics in the morning calm*, p. 111-137, 1982.

FLESCH, R. **A new readability yardstick.** *Journal of Applied Psychology*, v. 32, n. 3, p. 221, 1948.

FINKELSTEIN, S. *et al.* The inclusive practices of classroom teachers: A scoping review and thematic analysis. **International Journal of Inclusive Education**, v. 25, n. 6, p. 735-762, 2021.

FISHER, K. M. Semantic networking: **The new kid on the block.** *Journal of research in science teaching*, v. 27, n. 10, p. 1001-1018, 1990.

FONSECA, J. J. S. da. **Metodologia da Pesquisa Científica.** Universidade Estadual do Ceará (UECE), 2002.

FRY, E. **A readability formula that saves time.** *Journal of Reading*, v. 11, n. 7, p. 513-578, 1968.

GALVÃO FILHO, T. A. **Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demanda e perspectivas.** Tese (doutorado) – Faculdade de Educação: Universidade Federal da Bahia, 2009.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

GHANDI, T, *et al.* Deep learning approaches on image captioning: A review. **In: arXiv preprint arXiv:2201.12944**, 2022.

GODINHO, A. C.; AMARAL, F. M. do. **A inteligência artificial aplicada à atividade de inteligência.** A Lucerna, n. XI, p. 19-33, 2021.

GOLUB, L. S.; KIDDER, C. **Syntactic density and the computer.** Elementary English, v. 51, n. 8, p. 1128-1131, 1974.

GRANDI, R. H. *et al.* **Interdisciplinary and collaborative cognitive development supported by the Vidya Network educational tool.** 2024a. Recife: Pernambuco: Conferência Ideas 2024: no prelo.

GRANDI, R. H. *et al.* **Ferramenta Educacional Vidya Network.** InovaEduBr Summit 2024. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2024b. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2024. Link para a apresentação: https://www.youtube.com/watch?v=dKNEKefXS_U&t=3s. Acesso em 2 junho 2024.

GRANDI, R. H. *et al.* **Um Estudo Comparativo entre as Redes Semânticas SemNet e Vidya Network.** Porto Alegre: XXXI Ciclo CINTED, 2024c.

GRANDI, R. H. *et al.* **SEMAP: Uma Ontologia para Redes Semânticas de Mapas Conceituais.** Revista Informação e Sociedade. 2024d: no prelo.

GRANDI, R. H. *et al.* **O Uso da Ontologia SEMAP para Definir a Semântica da Ferramenta Educacional Vidya Network.** Porto Alegre: XXXI Ciclo CINTED, 2024e.

GRANDI, R. H. *et al.* **Aspectos Pedagógicos e Tecnológicos de uma Experiência de Formação Docente sobre a Ferramenta Educacional Vidya Network.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT). Curitiba: UFTPR, 2024f.

GRANDI, R. H. *et al.* **Um estudo sobre o uso de mapas conceituais na Vidya Network com docente deficiente visual.** CIET:Horizonte. São Paulo: UFSCar, 2024g.

GRANDI, R. H. *et al.* **Uma revisão sistemática da literatura sobre redes semânticas de mapas conceituais: Estudo apoiado por um processo bibliométrico especializado.** RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Unicamp: Campinas. 2024h.

GRANDI, R. H. *et al.* **Rede semântica de mapas conceituais Vidya Network.** Manaus, Apps@Edu, 2022.

GRANDI, R. H. *et al.* **Wikis como Serviços Multi-inquilinos para Ambientes Pessoais de Aprendizagem.** Porto Alegre: XXVIII Ciclo CINTED, 2020.

GRUBER, T. R. **Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?** International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 43, Issues 5–6, 1995, Pages 907-928.

GUNNING, R. **The fog index after twenty years.** Journal of Business Communication, v. 6, n. 2, p. 3-13, 1969.

HAN, J. *et al.* **Semantic networks for engineering design: state of the art and future directions.** Journal of Mechanical Design, v. 144, n. 2, p. 020802, 2022.

HEDMAN, A. S. **Using the SMOG formula to revise a health-related document.** American Journal of Health Education, v. 39, n. 1, p. 61-64, 2008.

HIROSHIMA UNIVERSITY. **Kit Build Concept Map Quick Guide. 2021.** Disponível em: <https://collab.kit-build.net/documentation/quick-guide.pdf> . Acesso em 4 jun. 2023.

HOSTE, V. *et al.* **Parameter optimization for machine-learning of word sense disambiguation.** Natural Language Engineering, v. 8, n. 4, p. 311-325, 2002.

IHMC. **CmapTools Release Notes.** (2022). Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/docs/cmaptools-release-notes>. Acesso em: 10 maio 2024.

ISO/IEC. **ISO/IEC 25010 - Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models.** International Organization for Standardization, 2023a.

ISO/IEC. **ISO/IEC 25010:2023 – Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model.** Disponível em:

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-2:v1:en>. Acesso em 14 fev. 2023b.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Making cooperative learning work. *In: Theory into Practice*, v. 38, n. 2, p. 67-73, 1999.

JOHNSON, D. W. *et al.* **Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis.** *Psychological bulletin*, v. 89, n. 1, p. 47, 1981.

KINCAID, J. P. *et al.* **Derivation of new readability formulas (automated readability index, fog count and flesch reading ease formula) for navy enlisted personnel.** Naval Technical Training Command Millington TN Research Branch, 1975. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA006655.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

KINCHIN, I. M. *et al.* **How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development.** *In: Educational research*, v. 42, n. 1, p. 43-57, 2000.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews.** Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KOLB. D. **Experiential Learning: Experiencia as the Source of Learning and Development.** Nova Jersey:Pearson Education Inc, 2014, 416p.

KOTHE, A. J. **Da aprendizagem à memória e da memória à aprendizagem: interface epistemológica de Jean Piaget e neurociência.** Dissertação de Mestrado. FAGED/UFRGS, 2021.

KHYANI, D. *et al.* An interpretation of lemmatization and stemming in natural language processing. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, v. 22, n. 10, p. 350-357, 2021.

LAHTI, L. **Computer-Assisted Learning Based on Cumulative Vocabularies, Conceptual Networks and Wikipedia Linkage.** Aalto University, 2015.

LEWIS, W. E. **PDCA/test: a quality framework for software testing.** CRC Press. Boca Raton, 2020. 448p. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/_/rG9_icQ5qs0C?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 16 out. 2023.

LI, Z. *et al.* **Bio-semantic relation extraction with attention-based external knowledge reinforcement.** *BMC bioinformatics*, v. 21, p. 1-18, 2020.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Bookman Editora, 2001.

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual, análise de gêneros e compreensão**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008. 296p.

MARQUES, F. B. *et al.* **A bibliometria na pós-graduação brasileira: uma revisão integrativa da literatura**. *Transinformação*, v. 35, p. e227089, 2023.

MARTINS, T. B. F. *et al.* **Readability formulas applied to textbooks in Brazilian Portuguese**. ICMC-USP, 1996.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. Vetor Editora, 2023.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MCINNERNEY, J. M.; ROBERTS, T. S. **Collaborative and cooperative learning**. In: *Encyclopedia of Distance Learning*, 2 Ed. IGI Global, 2009. p. 319-326.

MENEZES, P. B; HAUSLER, E. H. **Teoria das categorias para ciência da computação**. 2. Ed. Bookman, 2008.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Texto de apoio ao professor de física, v. 24, n. 6.2013, 2016.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Versão em português disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024

MORO, F. F. **MAGNETON: Agente Conversacional reflexivo para o ensino de eletromagnetismo aplicado em um cenário de sala de aula invertida**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação PPGIE/UFRGS. Porto Alegre, 2024.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2015. 120 p.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 5ª ed. Brasília: UNESCO, 2002. 118 p.

MOSHKIN, V. *et al.* The Extending the Knowledge Base of the Intelligent CAD of a Design Organization Using Semantic Analysis of Wiki-Resources. **In: Advances in Automation II: Proceedings of the International Russian Automation Conference, RusAutoConf2020**, September 6-12, 2020, Sochi, Russia. Springer International Publishing, 2021. p. 695-703.

NEVADO, R. A. de; MENEZES, C. S. de; JÚNIOR, R. R. M. V. Debate de teses – uma arquitetura pedagógica. **In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, 2011.

NODDINGS, N. **Philosophy of education**. Routledge, 2018. 304p.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis educativa*, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; MUSONDA, D. A twelve-year longitudinal study of science concept learning. **American educational research journal**, v. 28, n. 1, p. 117-153, 1991.

OLIVEIRA, M. F. **Pressupostos teórico-metodológicos para a elaboração da base lexical de um thesaurus eletrônico**. 2002. Dissertação de Mestrado. Araraquara: FCL–UNESP.

OLTEANU, A. *et al.* **The case for a semiotic method in Earth system science: Semantic networks of environmental research**. *Sign Systems Studies*, v. 47, n. 3/4, p. 552-589, 2019.

PARSIFAL, **About Parsifal: learn more about the project and our goals**. (2024). Disponível em: <https://parsif.al/about>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PEREIRA, A. *et al.* **Arquitetura pedagógica debate de teses: critérios para seleção de teses**. *RENOTE*, v. 19, n. 2, p. 516-525, 2021.

PERFETTI, C. **Reading ability: Lexical quality to comprehension**. *Scientific studies of reading*, v. 11, n. 4, p. 357-383, 2007.

PINHO, C. M. de A. *et al.* **Identificação de deficiências em textos educacionais com a aplicação de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina**. *ETD Educação Temática Digital*, v. 24, n. 2, p. 350-372, 2022.

PIRES, R. M.; VELOSO, B. G. *Os Fóruns de Discussão na Educação a Distância: Estudo de Caso num Curso de Especialização*. **EaD em Foco**, v. 13, n. 1, 2023.

POJE, T.; GROFF, M. Z. **Mapping ethics education in accounting research: A bibliometric analysis**. *Journal of Business Ethics*, v. 179, n. 2, p. 451-472, 2022.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK**. 5a Ed. Pennsylvania: PMI, 2017.

PRESZLER, R. **Cooperative concept mapping: Improving performance in undergraduate biology**. *Journal of College Science Teaching*, v. 33, n. 6, p. 30-35, 2004.

QUILLIAN, M. R. **Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities**. *Behavioral science*, v. 12, n. 5, p. 410-430, 1967.

RENNELA, M.; STATON, S. Classical control, quantum circuits and linear logic in enriched category theory. **Logical Methods in Computer Science**, v. 16, 2020.

RODRÍGUEZ-SOLER, R. *et al.* **Worldwide trends in the scientific production on rural depopulation, a bibliometric analysis using bibliometrix R-tool**. *Land use policy*, v. 97, p. 104787, 2020.

RAJABALEE, Y. B.; SANTALLY, M. I. Learner satisfaction, engagement and performances in an online module: Implications for institutional e-learning policy. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 3, p. 2623-2656, 2021.

REATEGUI, E. Escrita de uma Dissertação/Tese em Informática na Educação. **In: Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa**. Porto Alegre: SBC, 2020.

RELLO, L.; BAEZA-YATES, R. The effect of font type on screen readability by people with dyslexia. **In: ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)**, v. 8, n. 4, p. 1-33, 2016.

ROSCH, E. **Principles of classification**. *Cognition and categorization*, p. 27-48, 1978.

RUIZ-PRIMO, M. A. *et al.* **Comparison of the Reliability and Validity of Scores from Two Concept-Mapping Techniques**, v. 38, n. 2, p. 260–278, 2001.

SANTOS, S. **Apego materno, ajustamento conjugal e depressão no diagnóstico de malformação congênita: estudo caso-controle.** Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGGO/UFRGS, 2022.

SEELIGER, A. *et al.* **Semantic web technologies for explainable machine learning models: A literature review.** ISWC, v. 2465, p. 1-16, 2019.

SCHAU, C.; MATTERN, Na. **Use of map techniques in teaching applied statistics courses.** *In: The American Statistician*, v. 51, n. 2, p. 171-175, 1997.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. **Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer.** *Pesquisa e debate em Educação*, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

SOUZA, P. R. de. **RecTwitter: um sistema de recomendação semântico para usuários do Twitter.** Dissertação de mestrado. Instituto de Matemática: Universidade Federal da Bahia, 2021.

STENNER, A. J. *et al.* **Toward a theory of construct definition.** *Journal of educational measurement*, p. 305-316, 1983.

TANENBAUM, A. S. **Sistemas Operacionais Modernos.** Pearson Universidades, 2015. 864p.

UNESCO. **Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação.**

Brasília: Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação, UNESCO; Boadilla del

Monte: Fundación SM, 2022.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente.** 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

WIKIPÉDIA. **Nó (desambiguação).** (2024). Disponível em:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%B3_\(desambigua%C3%A7%C3%A3o\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%B3_(desambigua%C3%A7%C3%A3o)). Acesso em: 17 jan. 2024.

ANEXO 1 – TUTORIAIS DA VIDYA NETWORK

A fim de permitir que professores desenvolvam com autonomia suas atividades na Vidya Network, seja na modalidade presencial, a distância ou híbrida, foi desenvolvido um conjunto de quatro tutoriais online, os quais são listados no Quadro 34.

Quadro 34 – Tutoriais da Vidya Network.

Tutorial	Endereço
Tutorial Pedagógico	http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/pedagogy
Tutorial Bons Mapas Conceituais	http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/maps
Tutorial Relações Semânticas	http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/relationships
Tutorial Operacional	http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/tutorial

Fonte: O autor.

O Tutorial Pedagógico é direcionado especialmente a professores. Esse tutorial apresenta as ferramentas cognitivas integradas (textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais), pré-requisitos educacionais e técnicos para uso da ferramenta, sugestões de técnicas de mediação, como usar a técnica do debate de teses, como usar o Modo Guiado de criação de um mapa conceitual, como usar as métricas oferecidas pela Vidya Network para auxiliar na avaliação da aprendizagem, tecnologias assistivas implementadas e sugestões de planejamento pedagógico.

O Tutorial Bons Mapas Conceituais é direcionado tanto a docentes como alunos que desejem conhecer ou aprofundar seus conhecimentos sobre a técnica dos mapas conceituais. O primeiro tópico abordado foi uma diferenciação entre mapas conceituais e mapas mentais visto que, nas pesquisas de campo, observou-se uma tendência de muitos alunos confundirem as técnicas, causando problemas como “frase na caixa”, fenômeno observado por Novak de quando os aprendizes escrevem frases no lugar de conceitos ou, então, constroem frases de ligação muito longas. Depois, ensina passo a passo como construir um mapa conceitual. Como último tópico, apresenta e sugere o uso do Modo Guiado na Vidya Network.

O Tutorial Relações Semânticas apresenta as relações semânticas lexicais que se pode estabelecer na Vidya Network: tradução, similaridade, sinonímia, identidade, oposição gradual, antonímia, homonímia, meronímia, superordenação e subordinação.

Por fim, tem o Tutorial Operacional, que ensina alunos e professores a usar as diversas funcionalidades oferecidas pela Vidya Network. Nesse tutorial, existem vídeos demonstrativos para as principais operações utilizadas.

ANEXO 2 – ADMINISTRAÇÃO DA VIDYA NETWORK

Além das operações de criação, compartilhamento e busca de mapas conceituais, a Vidya Network possui funções administrativas. Uma dessas funções é o cadastramento de instituições de ensino (*e.g.* UFRGS), departamentos (*e.g.* PPGIE da UFRGS) e turmas. Uma vez criada uma turma, usuários podem ser cadastrados como professores ou alunos. Administradores e professores podem enviar mensagens para suas turmas. Mapas conceituais podem ser criados nas turmas para debates de tese, participação de fóruns de discussão e consolidação de conhecimentos.

Outras funções administrativas são:

- a) vincular professores e alunos a salas de aula (professores também podem exercer essa função);
- b) exercer função moderadora bloqueando usuários que estiverem fazendo mau uso da ferramenta;
- c) alterar senha de usuários a pedido dos mesmos;
- d) enviar mensagens administrativas para todos.

ANEXO 3 – REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RCLE)

Estimado(a) estudante

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar de uma pesquisa que visa analisar as contribuições pedagógicas sobre o uso da ferramenta educacional Vidya Network <<http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br>>, o qual é baseado em textos dissertativos, mapas conceituais e relações semânticas lexicais, no decorrer da disciplina de <preencher> da instituição de ensino <preencher>. Esta pesquisa é coordenada pelos professores doutores Leandro Krug Wives e Raquel Salcedo Gomes.

A seguir, esclarecemos e descrevemos as condições e os objetivos do estudo.

ENVOLVIMENTO NA PESQUISA: Ao participar deste estudo, você será convidado(a) a criar, evoluir mapas conceituais para formar uma rede de conhecimentos sob a coordenação dos professores responsáveis pela atividade pedagógica na Universidade.

CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações fornecidas ou coletadas nesta investigação são estritamente confidenciais. Trataremos todas as informações sem que haja identificação de particularidades do participante. Os resultados obtidos na pesquisa serão utilizados para alcançar os objetivos do trabalho expostos acima, incluindo a possível publicação na literatura científica especializada.

DESCONFORTO E RISCOS: As atividades pedagógicas de elaboração de mapas conceituais não estão associadas a riscos de saúde diretos. É importante ressaltar que a sua participação é voluntária e que você tem todo o direito de suspender ou interromper a sua participação a qualquer momento.

BENEFÍCIOS: Este estudo pode beneficiar os participantes na aprendizagem significativa, interdisciplinar, e no exercício sociológico de colaboração e cooperação. Com essa pesquisa, é possível que os resultados gerados subsidiem ações dos gestores educacionais da Instituição, de forma que melhore a qualidade de oferta de seus cursos, beneficiando assim os seus alunos.

PAGAMENTO: Você não terá custos em participar desta pesquisa, e também não receberá nenhum benefício financeiro ao fazê-lo. O consentimento de participação não retira o direito do participante à indenização de quaisquer danos causados pela pesquisa.

CONTATOS: Em caso de dúvidas acerca dos objetivos da pesquisa ou dos métodos utilizados, pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis – Prof. Dr. Leandro Krug Wives (e-mail leandro.wives@ufrgs.br) Prof.a Dra. Raquel Salcedo Gomes (e-mail

raquel.salcedo@ufrgs.br) ou, ainda, com o doutorando Roges Horacio Grandi (roges.grandi@gmail.com), os quais colocam-se à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas.

No caso de aceitar a fazer parte do estudo, você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer tempo e aspecto que desejar, através dos meios citados no final deste documento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sendo sua participação voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Os dados coletados serão guardados por um período mínimo de 5 (cinco) anos sob a responsabilidade dos pesquisadores.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Pode-se contatar o CEP-UFRGS na Avenida Paulo Gama, 110, Sala 311, Anexo I da Reitoria – Campus Centro, Porto Alegre/RS – CEP 90040-060. Fone: 51 3308-3787. E-mail: etica@propesq.ufrgs.br. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00.

Este documento visa assegurar seus direitos como participante. Desde já agradecemos a sua participação. Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para que participe desta pesquisa. Para tanto, pedimos que sejam preenchidos os itens que seguem:

Agradecemos sua participação.

Equipe de Pesquisa da Vidya Network

Nome do pai, mãe ou responsável (Texto de resposta curta, solicitado para estudantes do ensino fundamental e do ensino médio)

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO ONLINE ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 1

Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.

Seção 2 – Avaliação dos Tutoriais

2.1 Em relação ao **Tutorial Operacional** da Vidya Network, disponível em: <http://vidyanet.inf.ufrgs.br/help/tutorial>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como operar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a operar a Vidya Network.

2.2 Em relação ao **Tutorial Bons Mapas Conceituais** da Vidya Network, disponível em <http://vidyanet.inf.ufrgs.br/help/maps>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como operar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a operar a Vidya Network.

Seção 3 – Redes Semânticas de Mapas Conceituais

3.1 A Vidya Network permite que o aluno desenvolva um **texto dissertativo** que complemente o significado do mapa. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

3.2 A Vidya Network permite que você **busque mapas conceituais construídos por outros, duplicá-lo e especializá-lo conforme entender melhor**. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

3.3 A Vidya Network permite que os alunos identifiquem **relações semânticas** de identidade, homonímia, sinonímia, similaridade, antonímia, oposição gradual, superordenação, subordinação, inclusão e tradução relativas ao mapa conceitual que desenvolveu. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

Seção 4 – Redes Semânticas de Mapas Conceituais em Grupos e Turmas

4.1 O **chat** da Vidya Network permite que você e seus alunos se comuniquem online. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

4.2 Os **fóruns de discussão** são ferramentas clássicas de discussão de tópicos online. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso associado a mapas conceituais? Caso contrário, por que entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

4.3 A Vidya Network permite que os alunos desenvolvam **debates de teses** em torno da temática de um mapa, com a finalidade de desenvolver cooperativamente o pensamento crítico. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

4.4 A Vidya Network permite que colegas realizem **edição coletiva** de mapas conceituais criados em grupos de estudos ou turmas. Você vê alguma aplicabilidade pedagógica desse recurso? Caso contrário, porque entende que não tem utilidade? (Texto de resposta longa)

Seção 5 – Acessibilidade e Mobilidade

5.1 A Vidya Network tem as seguintes **características de acessibilidade**: (a) cores suaves para autistas; (b) possibilidade de deficientes visuais criarem mapas inserindo proposições lógicas; (c) possibilidade de deficientes visuais entenderem conteúdos de mapas baixando e lendo planilhas Excel; (d) opções de mouse e teclado, sem usar o botão direito do mouse, para facilitar a coordenação motora. Alguma dessas características pode favorecer a você ou a seus alunos? (Texto de resposta longa)

5.2 A Vidya Network permite que os alunos **editem mapas construídos em celulares**. Você entende que essa possibilidade é pedagogicamente importante para os seus alunos? (Múltipla escolha)

- Sim, visto que é um recurso comumente usados por meus alunos.
- Meus alunos comumente fazem pouco uso de celulares.

Seção 6 – Finalização

6.1 De forma geral, você entende que a rede integrada de conhecimentos formada pelas redes semânticas de mapas conceituais da Vidya Network são úteis para a aprendizagem? (Múltipla escolha)

- Sim, considero útil.
- Não percebi utilidade.

6.2 Agradecemos sua participação! Quer deixar um comentário adicional? (Texto de resposta longa)

ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO ONLINE ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 2

Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.

Seção 2 – Perfil do Professor

2.1 Qual é a sua formação? (Texto de resposta curta)

2.2 Idade (Texto de resposta curta)

2.3 Gênero (Múltipla escolha)

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não dizer

2.4 Escolas Municipais na qual atua: (Caixas de seleção)

- Escola Municipal de Educação Infantil Recanto do Saber
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Anita Garibaldi
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Miguel Couto
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Osvaldo Cruz
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Rita de Cássia
- Escola Municipal James Johnson
- Escola Municipal Thereza Franceschi Vieira
- SMED

2.5 Que disciplinas você leciona na rede municipal? (Texto de resposta curta)

Seção 3 – Reavaliação dos Tutoriais

3.1 Em relação ao **Tutorial Operacional** da Vidya Network, disponível em <http://vidyanet.inf.ufrgs.br/help/tutorial>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como operar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a operar a Vidya Network.

3.2 Neste segundo encontro em relação ao **Tutorial Bons Mapas Conceituais** da Vidya Network, disponível em: <http://vidyanet.inf.ufrgs.br/help/maps>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como operar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a operar a Vidya Network.

3.3 Neste segundo encontro em relação ao **Tutorial Relações Semânticas** da Vidya Network, disponível em: <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/relationships>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como operar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a operar a Vidya Network.

Seção 4 – Finalização

4.1 Agradecemos sua participação! Quer deixar um comentário adicional neste segundo encontro? (Texto de resposta longa)

ANEXO 6 – ENTREVISTAS EM ARROIO DOS RATOS – ENCONTRO 3

Roteiro das entrevistas individuais realizadas com professores voluntários ao final do terceiro e último encontro da formação de professores em Vidya Network em Arroio dos Ratos/RS (Quadro 35).

Quadro 35 – Roteiro das entrevistas ao final da formação de Arroio dos Ratos.

O objetivo desta entrevista é incluir a sua compreensão, como professor(a), sobre o potencial da Vidya Network como ferramenta educacional em sua área de atuação. Permite que faça a entrevista gravando as respostas, sendo que será respeitada sua confidencialidade? Sim | Não.

P1. Poderia se identificar falando o seu nome completo?

P2. Em que área você atua como professor(a)?

P3. Você percebe um potencial de reforço cognitivo dos mapas conceituais em suas atividades pedagógicas?

P4. Você percebe um potencial de reforço linguístico ao trabalhar relações semânticas lexicais em suas atividades pedagógicas?

P5. Você percebe um potencial apoio da Vidya Network a suas atividades pedagógicas?

1. Poderia detalhar um pouco as motivações de sua resposta?

2. Que melhorias a Vidya Network necessita para apoiar melhor as suas atividades pedagógicas?

Fonte: O autor.

ANEXO 7 – QUESTIONÁRIO ONLINE IFAM

Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.

Seção 2 – Avaliação dos Tutoriais

2.1 Como você avalia a experiência de utilizar a Vidya Network para compreender o assunto de Chamada de Sistemas na disciplina de Sistemas Operacionais? Em que medida essa ferramenta facilitou ou dificultou a sua compreensão? (Texto de resposta longa)

2.2 Quais elementos específicos da Vidya Network você achou mais úteis para representar e organizar os conceitos relacionados à Chamada de Sistemas? Isso contribuiu para uma melhor clareza na visualização das interações e processos envolvidos? (Texto de resposta longa)

2.3 Comparando a utilização dos mapas conceituais com outros métodos de estudo que você já empregou, você acredita que os mapas conceituais foram mais eficazes na consolidação do conhecimento sobre Chamada de Sistemas? Se sim, de que forma eles se destacaram? (Texto de resposta longa)

2.4 Ao trabalhar com a Vidya Network, você sentiu que conseguiu identificar e trabalhar lacunas em sua compreensão sobre a Chamada de Sistemas? Os mapas ajudaram a revelar áreas onde você precisava se aprofundar ou revisar mais? (Texto de resposta longa)

2.5 Considerando a colaboração e o compartilhamento de mapas conceituais com seus colegas de classe, você acha que essa abordagem promoveu uma melhor troca de conhecimentos sobre Chamada de Sistemas? Os mapas conceituais facilitaram a discussão e a exploração conjunta dos tópicos? (Texto de resposta longa)

2.6 Gostaria de fazer algum comentário ou sugestão adicional? (Texto de resposta longa)

ANEXO 8 – QUESTIONÁRIO DOCÊNCIA COM IA – PPGIE/UFRGS

Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3.

Seção 2 – Autoavaliação de Conhecimentos

2.1 Com que frequência você utiliza chatbots generativos como ChatGPT, Bard ou Bing Chat, após o curso A Docência com IA⁷³? (Escala Linear: 1 – Nunca a 5 – Frequentemente)

2.2 Como você classifica seu conhecimento sobre pedagogia após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.3 O curso A Docência com IA ajudou a aprofundar teus conhecimentos pedagógicos? De que modo? (Texto de resposta longa)

2.4 Como você classifica seu conhecimento sobre computação após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.5 O curso A Docência com IA ajudou a aprofundar teus conhecimentos pedagógicos? De que modo? (Texto de resposta longa)

2.6 Como você classifica seu conhecimento sobre computação após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.7 Como você classifica seu conhecimento sobre inteligência artificial após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.8 Como você classifica seu conhecimento sobre aprendizagem de máquina após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.9 Como você classifica seu conhecimento sobre redes neurais após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.10 Como você classifica seu conhecimento sobre aprendizagem profunda de máquinas após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

⁷³ Na época, o Google Gemini chamava-se Bard e o Microsoft Copilot chamava-se Bing Chat.

2.11 Como você classifica seu conhecimento sobre *chatbots* em geral após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.12 Como você classifica seu conhecimento sobre *chatbots* generativos após o curso A Docência com IA? (Escala Linear: 1 – Básico a 5 – Avançado)

2.13 Quais conceitos de computação você melhor compreendeu ao longo do curso e de que modo esse conhecimento pode te ajudar na docência? (Texto de resposta longa)

2.14 De acordo com o que aprendi neste curso, eu recomendaria o uso de *chat* generativos para colegas professores usarem em suas estratégias de ensino. (Escala Linear: 1 – Discordo Totalmente a 5 – Concordo Totalmente)

2.15 Você conseguiria apresentar uma definição simples do que é um *prompt* de um *chatbot*? (Texto de resposta longa)

2.16 Se você acessou o material complementar na Vidya Network < <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br> >, deixe um breve comentário se considerou que os mapas conceituais ou as relações semânticas disponibilizados foram úteis. (Texto de resposta longa)

Seção 3 – Crenças

3.1 Em relação à substituição dos professores por chats inteligentes, do tipo ChatGPT, você acredita que isso vai ocorrer? (Escala Linear: 1 – Discordo Totalmente a 5 – Concordo Totalmente)

3.2 Um aluno seu diz que a resposta do ChatGPT é diferente da que você forneceu na aula. Você responde: (Texto de resposta longa)

3.3 Você pede para sua turma que faça um trabalho em casa sobre um tema que estão trabalhando. Então, um aluno pergunta se pode usar o ChatGPT na pesquisa. Você responde: (Texto de resposta longa)

3.4 Um professor de letras, colega seu, diz que vai pedir para uma turma que forme grupos que peçam para um chat generativo criar uma poesia sobre um tema que eles entendam interessante e, depois, analisem a poesia gerada. Você responde: (Texto de resposta longa)

3.5 Qual potencial você enxerga no uso de chats generativos no currículo da sua disciplina ou curso? (Texto de resposta longa)

3.6 Quais foram suas aprendizagens com este curso? (Texto de resposta longa)

3.7 Quais foram os aspectos mais positivos relativos ao conteúdo do curso? (Texto de resposta longa)

3.8 Quais foram os aspectos mais positivos em relação à metodologia do curso? Texto de resposta longa)

3.9 Quais aspectos podem ser aprimorados para uma próxima edição? Texto de resposta longa)

ANEXO 9 – QUESTIONÁRIO VIDYA NETWORK/MAGNETON IFSC

Seção 1 – RCLE, conforme Anexo 3, mais a seguinte questão complementar.

1.1 Você usou o Magneton em seus estudos sobre circuitos elétricos? (Sim/Não)

- Se o aluno respondeu Sim, foi direcionado para a Seção 2 (Sobre o Magneton).
- Se o aluno respondeu Não, foi direcionado para a Seção 3 (Sobre a Vidya Network),

Seção 2 – Sobre o Magneton

2.1 Em termos gerais, qual seu nível de conhecimento sobre *chatbots*? (Escala linear: 1 – Desconheço totalmente a 5 – Conhecimento bastante)

2.2 Em termos gerais, como foi a sua experiência com o Magneton? (Escala linear: 1 – Muito insatisfeito a 5 – Muito satisfeito)

2.3 Acredito que consegui refletir em algum nível os tópicos do conteúdo, utilizando o Magneton como meu companheiro/tutor durante as atividades *online*. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.4 Você teve contatos com outros *chatbots* educacionais? Se sim, quais? Como eles se comportavam? (Texto de resposta longa)

2.5 Comparando a utilização do Magneton com outros métodos de estudo com tecnologia que você já utilizou, você acredita que o Magneton foi mais eficaz na consolidação do conhecimento? Se sim, de que forma ele se destacou? (Texto de resposta longa)

2.6 Foi mais fácil entender os conteúdos utilizando o Laboratório Virtual e o Magneton como guia, retornando *feedbacks* de maneira imediata? (Texto de resposta longa)

2.7 Ao trabalhar com o Magneton, você sentiu que conseguiu identificar e trabalhar lacunas em sua compreensão sobre Circuitos Elétricos? Você acredita que perguntas e respostas ajudaram você a refletir onde precisava se aprofundar ou revisar mais? (Texto de resposta longa)

2.8 Como você avalia a experiência de utilizar o Magneton para compreender o assunto de Associação de Resistores e Circuitos Elétricos a partir dos exercícios realizados? Em que medida essa ferramenta facilitou ou dificultou a sua compreensão? (Texto de resposta longa)

2.9 De que maneira você observa o Magneton na contribuição com seus estudos? Um amigo, um tutor, apenas uma ferramenta tecnológica ou outro? Qual? (Texto de resposta longa)

2.10 Se você tem alguma sugestão para o professor conteudista da ferramenta Magneton, deixe aqui seu comentário. (Texto de resposta longa)

Avaliação de Usabilidade

2.11 Eu acho que gostaria de usar o Magneton com frequência para meus estudos. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.12. 2. Eu acho o Magneton fácil e amigável. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.13 3. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o Magneton. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.14 O conteúdo do Magneton é relevante para os meus interesses. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.15 5. Eu acho que as várias funções do Magneton estão muito bem integradas. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.16 O conteúdo do Magneton está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.17 Foi fácil entender como o Magneton funciona e começar a utilizá-la como material de estudo. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.18 Ao passar pelas etapas de interação com o Magneton senti confiança de que estava aprendendo. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.19 Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o Magneton. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.20 O Magneton conseguiu me guiar, avançando na interação sem que eu realizasse grandes esforços. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

2.21 Se tiver algo a acrescentar sobre o Magneton, por favor utilize este campo. (Texto de resposta longa)

Seção 3 – Sobre a Vidya Network

3.1 Você criou o texto dissertativo solicitado pelo professor sobre circuitos elétricos na Vidya Network? (Sim/Não)

3.2 Você criou o mapa conceitual solicitado pelo professor sobre circuitos elétricos na Vidya Network? (Sim/Não)

3.3 Sobre o Tutorial Operacional da Vidya Network, disponível em: <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/tutorial>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como usar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a usar a Vidya Network.

3.4 Sobre o Tutorial Bons Mapas Conceituais da Vidya Network, disponível em: <http://vidyanet.nuvem.ufrgs.br/help/maps>: (Múltipla escolha)

- Não li ainda.
- Li e me ajudou a entender como usar a Vidya Network.
- Li, mas não me ajudou a usar a Vidya Network.

3.5 Escrever um texto dissertativo na Vidya Network sobre Circuitos Elétricos ajudou a pensar sobre quais conceitos adicionar ao mapa conceitual. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

3.6 Criar um mapa conceitual na Vidya Network me ajudou a pensar melhor sobre os conceitos relacionados a circuitos elétricos. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

3.7 Acredito que a Vidya Network pode me ajudar a compreender melhor os conceitos de outros temas, além dos circuitos elétricos. (Escala linear: 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente)

3.8 Em termos gerais, como foi a sua experiência usando a Vidya Network? (Texto de resposta longa)

3.9 Você extraiu conceitos do texto dissertativo para criar o mapa conceitual? (Sim/Não)

3.10 Você usou o Modo Guiado para ajudar na criação do mapa conceitual? (Sim/Não)

3.11 Você acharia interessante utilizar novamente a Vidya Network? (Sim/Não)

3.12 Tem alguma característica positiva da Vidya Network que você gostaria de destacar? (Texto de resposta longa)

3.13 Tem alguma característica negativa da Vidya Network que você gostaria de destacar?
(Texto de resposta longa)