

PGCOMP - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Av. Adhemar de Barros, s/n - Ondina
Salvador, BA, Brasil, 40170-110

<http://pgcomp.dcc.ufba.br>
pgcomp@ufba.br

A avaliação de mapas conceituais é um processo complexo e muitos desafios existem atualmente, principalmente quando se pretende automatizar a avaliação de mapas, que deve permitir a criação de mecanismos para verificar possíveis alterações na estrutura cognitiva do aprendiz, bem como fornecer informações sobre o processo de aquisição de novos conhecimentos. A avaliação de mapas requer a análise estrutural e semântica para avaliar a correção das proposições, como proposto em vários trabalhos na literatura, contudo, essas avaliações não consideram certos aspectos cognitivos do aprendiz durante a construção do seu conhecimento. Neste sentido, é importante observar o processo de construção do mapa, pois através deste é possível identificar aspectos relacionados à aprendizagem significativa, como os processos cognitivos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da teoria de Ausubel e outros aspectos cognitivos, como dificuldades de construções conceituais e erros conceituais cometidos pelos aprendizes durante a construção do seu conhecimento. A combinação da avaliação da correção das proposições e dos aspectos cognitivos identificados durante o processo de construção do mapa permitem identificar indícios relacionados à qualidade da aprendizagem. Esta tese de doutorado propõe um framework conceitual, para a construção de sistemas computacionais, que fornece um arcabouço sobre a organização e estruturação da avaliação de mapas conceituais para automatização da avaliação. Para a concepção do framework, desenvolvemos um modelo e um método para avaliação qualitativa e quantitativa de mapas conceituais que considera análise estrutural e semântica bem como o processo de construção de mapas, propondo critérios para identificar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não-aprendizagem. Nesta pesquisa, exploramos indícios de aprendizagem através de estudos de casos, que foram também utilizados como provas de conceito do método de avaliação de mapas proposto.

Palavras-chave: Avaliação de mapas conceituais, Aprendizagem significativa, Processo de construção de mapas conceituais.

Avaliação automática de mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem significativa

Silvio Luiz Bragatto Boss

Tese de Doutorado

Universidade Federal da Bahia

Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação

Setembro | 2023

DSC | 43 | 2023

Avaliação automática de mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem significativa

Silvio Luiz Bragatto Boss

UFBA





Universidade Federal da Bahia
Instituto de Matemática e Estatística

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**AVALIAÇÃO AUTOMÁTICA DE MAPAS
CONCEITUAIS PARA IDENTIFICAR
INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA**

Silvio Luiz Bragatto Boss

TESE DE DOUTORADO

Salvador
01 de setembro de 2023

SILVIO LUIZ BRAGATTO BOSS

**AVALIAÇÃO AUTOMÁTICA DE MAPAS CONCEITUAIS PARA
IDENTIFICAR INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Esta Tese de Doutorado foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Orientadora: Aline Maria Santos Andrade

Coorientador: Ecivaldo de Souza Matos

Salvador

01 de setembro de 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de
Ciências e Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA.

B745 Boss, Silvio Luiz Bragatto

Avaliação automática de mapas conceituais para identificar
indícios de aprendizagem significativa/ Silvio Luiz Bragatto
Boss. – Salvador, 2023.

301 f.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Aline Maria Santos Andrade

Coorientador: Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto
de Matemática e Estatística, 2023.

1. Mapas - aprendizagem. 2. Sistemas Computacionais. 3.
Mapas - Construção. I. Andrade, Aline Maria Santos. II. Matos,
Ecivaldo de Souza. III. Universidade Federal da Bahia. IV.
Título.

CDU 528.9:004



Silvio Luiz Bragatto Boss

Avaliação automática de mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem significativa

Esta tese foi julgada adequada à obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFBA.

Salvador, 01 de setembro de 2023

Profa. Dra. Aline Maria Santos Andrade(Orientadora -UFBA)

Prof. Dr. Credinó Silva de Moraes (UFRGS)

Documento assinado digitalmente



LYNN ROSALINA GAMA ALVES

Data: 16/09/2023 20:37:12-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lynn Rosalina Gama Alves (UFBA)

Prof. Dr. Marlo Vieira dos Santos e Souza (UFBA)

Prof. Dr. Davidson Cury (UFES)

Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos (Coorientador - UFBA)

Aos meus pais,

Sergio e Nilsa, dedico esta tese de doutorado a eles que me deram a vida e me ensinaram a lutar por ela, e a buscar meus ideais. Por terem me criado e ensinado a perseverar diante dos desafios.

Ao meu irmão, irmã e cunhada,

Serginho, Jaqueline e Vanessa, por toda a compreensão durante o período de produção deste trabalho.

A eles dedico esta tese de doutorado e que seja um exemplo que, mesmo em momentos difíceis e controversos, a perseverança alcança os seus frutos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida.

Aos meus pais, irmãos, cunhada e minha amada avó Ivanilde Bragatto, agradeço todo o amor, carinho, compreensão e respeito.

A professora e orientadora *Aline Maria Santos Andrade* pelos ensinamentos, dedicação e parceria. Foram sete anos memoráveis, de incontáveis oportunidades de crescimento pessoal e profissional. Durante minha trajetória no doutorado, em vários momentos, me perguntava o motivo que fazia a Aline não largar minha mão. Foi então que em um determinado momento eu entendi que uma mãe nunca abandona seu filho, e foi exatamente nesse momento que percebi que minha orientadora seguiria ao meu lado durante todo esse processo. Eu me sentia como seu filho acadêmico, e como seu filho ela estaria sempre ao meu lado, me orientando, em algumas vezes mostrando que eu estava errado em algumas atitudes, mas com o objetivo de querer sempre o meu melhor. Era assim que eu me sentia e, por isso, o meu muito obrigado! Todo esse processo foi importante para tornar a pessoa que sou hoje. Me fez amadurecer como profissional e principalmente como uma pessoa que almeja um mundo melhor para todos nós! Obrigado pela oportunidade de aprendizagem que tive durante todos esses anos e por permitir ser seu filho acadêmico.

Ao meu coorientador *Ecivaldo de Souza Matos* por sua ajuda e interesse, e por suas sábias ideias.

Aos professores *Luciano Rebouças* e *Ivan do Carmo Machado* por serem um exemplo de postura pessoal e profissional devido à dedicação e ao profissionalismo em suas aulas.

Aos professores *Crediné Silva de Menezes* e *Marlo Vieira dos Santos e Souza* membros da banca de qualificação e defesa e aos professores *Lynn Rosalina Gama Alves* e *Davidson Cury* membros da banca de defesa pelas discussões, sugestões e disponibilidade. Vocês são uma inspiração para mim.

Aos amigos e colegas de trabalho do Departamento Acadêmico de Informática (DAINF) da UTFPR, Campus Pato Branco, em especial aos professores: Beatriz Terezinha Borsoi, Kathya Silvia Collazos Linares, Luciene de Oliveira Marin e Lucilia Yoshie Araki pelo apoio e carinho incondicional.

A minha querida amiga Sílvia Amélia Bim e querido amigo Leandro Zatesko, que sempre me incentivaram com suas palavras gentis e alegres, e pelo seu apoio incondicional.

Aos amigos, que dividiram comigo angústias e alegrias, meu muito obrigado! Em especial agradeço a Ana Paula de Oliveira, Caroline Tecchio, Andréia Tecchio e Rangel Jungles.

Ao amigo Lucas Gremonini, pelo suporte e ajuda na aplicação do estudo de caso. Também pelas conversas de desabafo que tivemos durante a reta final do doutorado.

Aos meus amigos que a Bahia me trouxe, em especial ao Augusto Medeiros, Bruno Souza Pitanga, José Fernando Santos Gusmão, Josenilson Dias Nascimento, Pietro Ricardo Silva Dias e Leonardo Santana Marques.

Aos amigos que a UFBA me apresentou. Em especial, agradeço a Diego Zobot pelo apoio e ensinamentos que me foram oferecidos. A Luciane Meconi pela amizade e carinho, que sempre me acolheu.

As minhas amigas Cíntia Manzoni e Natália Seron, que nunca esqueceram da verdadeira amizade que há entre nós, onde vimos que a distância não é suficiente para separar os amigos.

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, FADCT/PR pela bolsa de estudo.

Por fim, agradeço a todos que estiveram ao meu lado nesse período.

“Ando devagar porque já tive pressa e levo esse sorriso porque já chorei demais. . . .”

—ALMIR SATER

RESUMO

A avaliação de mapas conceituais é um processo complexo e muitos desafios existem atualmente, principalmente quando se pretende automatizar a avaliação de mapas, que deve permitir a criação de mecanismos para verificar possíveis alterações na estrutura cognitiva do aprendiz, bem como fornecer informações sobre o processo de aquisição de novos conhecimentos. A avaliação de mapas requer a análise estrutural e semântica para avaliar a correção das proposições, como proposto em vários trabalhos na literatura, contudo, essas avaliações não consideram certos aspectos cognitivos do aprendiz durante a construção do seu conhecimento. Neste sentido, é importante observar o processo de construção do mapa, pois através deste é possível identificar aspectos relacionados à aprendizagem significativa, como os processos cognitivos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da teoria de Ausubel e outros aspectos cognitivos, como dificuldades de construções conceituais e erros conceituais cometidos pelos aprendizes durante a construção do seu conhecimento. A combinação da avaliação da correção das proposições e dos aspectos cognitivos identificados durante o processo de construção do mapa permitem identificar indícios relacionados à qualidade da aprendizagem. Esta tese de doutorado propõe um framework conceitual, para a construção de sistemas computacionais, que fornece um arcabouço sobre a organização e estruturação da avaliação de mapas conceituais para automatização da avaliação. Para a concepção do framework, desenvolvemos um modelo e um método para avaliação qualitativa e quantitativa de mapas conceituais que considera análise estrutural e semântica bem como o processo de construção de mapas, propondo critérios para identificar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não-aprendizagem. Nesta pesquisa, exploramos indícios de aprendizagem através de estudos de casos, que foram também utilizados como provas de conceito do método de avaliação de mapas proposto.

Palavras-chave: Avaliação de mapas conceituais; Aprendizagem significativa; Processo de construção de mapas conceituais.

ABSTRACT

The evaluation of concept maps is a complex process and many challenges currently exist, especially when it comes to automating the evaluation of maps, which should allow the creation of mechanisms to verify possible changes in the learner's cognitive structure, as well as providing information about the process of acquisition of new knowledge. Map evaluation requires structural and semantic analysis to evaluate the correctness of propositions, as proposed in several works in the literature, however, these evaluations do not consider certain cognitive aspects during the construction of learner's knowledge. In this sense, it is important to observe the map construction process, as through this it is possible to identify aspects related to meaningful learning, such as the cognitive processes of progressive differentiation and integrative reconciliation of Ausubel's theory and other cognitive aspects, such as difficulties in conceptual constructions and conceptual errors made by learners during the construction of their knowledge. The combination of evaluating the correctness of the propositions and the cognitive aspects identified during the map construction process allows us to identify signs related to the quality of learning. This thesis proposes a conceptual framework for the construction of computational systems, which provides the organization and structuring of the evaluation of concept maps to automate the evaluation. For conception of the framework, we developed a model and a method for qualitative and quantitative evaluation of concept maps that considers structural and semantic analysis as well as the map construction process, proposing criteria to identify signs of rote, meaningful and non-learning learning. In this research, we explored signs of learning through case studies, which were also used as proofs of concept for the proposed map evaluation method.

Keywords: Evaluation of concept maps; Meaningful learning; Concept map construction process.

SUMÁRIO

Capítulo 1—Introdução	1
1.1 Algumas Considerações sobre Avaliação de Mapas Conceituais	3
1.2 Questão de Pesquisa e Hipótese	7
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo Geral	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Contribuições	8
1.5 Organização	8
Capítulo 2—Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel	11
2.1 Um Modelo Geral de Aprendizagem	11
2.2 Conceitos Gerais sobre Aprendizagem Significativa	12
2.3 Princípio da Assimilação ou Subsunção	16
2.4 Processos da Aprendizagem Significativa	17
2.4.1 Aprendizagem Significativa de Proposições	17
2.4.2 Diferenciação Progressiva	18
2.4.3 Reconciliação Integrativa	18
Capítulo 3—Mapas Conceituais	21
3.1 Um Modelo de Prática Docente	21
3.2 Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa	22
3.2.1 Tipos de Mapas Conceituais	24
3.2.2 Construção de Mapas Conceituais	25
3.2.3 Construções Conceituais	26
3.3 Mapas Conceituais como Instrumento de Avaliação	29
3.3.1 Atividades em um Mapa Conceitual para Avaliação do Conhecimento	29
3.3.2 Avaliação de Aprendizagem	31
Capítulo 4—Mapeamento Sistemático da Literatura	35
4.1 Trabalhos Relacionados	35
4.2 Metodologia do Mapeamento	36
4.2.1 Questão de Pesquisa e Hipótese	36
4.2.2 Estratégia de Busca e Seleção	37
4.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	38

4.2.4	Seleção e Classificação	38
4.3	Análise dos Resultados	41
4.4	Discussão	42
4.5	Marco Referencial Teórico	43
4.6	Limitações deste Mapeamento	46
4.7	Conclusão	47
Capítulo 5—Modelo para Avaliação de Mapas Conceituais		49
5.1	Modelo Proposto	49
5.2	Processo de Construção de Mapas Conceituais	51
5.2.1	Importância do Processo de Construção de Mapas Conceituais	51
5.2.2	Erros Conceituais	53
5.3	Avaliação Qualitativa	54
5.3.1	Método para Avaliar Mapas Conceituais	55
5.3.1.1	Definição das Categorias de Proposições	55
5.3.2	Critérios para Avaliar Mapas Conceituais	57
5.4	Avaliação Quantitativa	59
5.4.1	Porcentagem de Acertos e Erros	59
5.4.1.1	Porcentagem de Acertos.	60
5.4.1.2	Porcentagem de Erros.	60
5.4.1.3	Escala de Pontuação.	62
5.4.2	Esquema Geral de Pontuação	63
Capítulo 6—Estudos de Caso		67
6.1	Estudo de Caso Piloto	67
6.2	Estudo de Caso 1	68
6.2.1	Roteiro do Estudo de Caso: Sequência Didática na Perspectiva Ausubeliana	68
6.2.1.1	Objetivo Global.	68
6.2.1.2	Objetivo do Estudo.	68
6.2.1.3	Questão de Pesquisa e Hipótese.	68
6.2.1.4	Métricas.	69
6.2.1.5	Definição do Cenário.	70
6.2.1.6	Definição do Contexto.	70
6.2.1.7	Termos Éticos para a Coleta de Dados.	71
6.2.1.8	Preparação para Coleta dos Dados.	71
6.2.1.9	Instrumentos para Coleta de Dados.	72
6.2.1.10	Passos Metodológicos.	72
6.2.1.11	Execução do Estudo de Caso.	73
6.2.1.12	Ameaças à Validade.	73
6.2.2	Mapa de Referência e Ontologia de Domínio	73
6.2.3	Legenda das Proposições	73
6.2.4	Análise dos Dados do Aprendiz 3	75

6.2.4.1	Levantamento dos Dados.	76
6.2.4.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios.	85
6.2.4.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios.	87
6.2.4.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios.	88
6.2.4.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos.	88
6.2.4.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	89
6.2.4.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	89
6.2.4.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	89
6.3	Estudo de Caso 2	92
6.3.1	Melhorias para Aplicação do Estudo de Caso 2	92
6.3.2	Roteiro do Estudo de Caso: Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito	93
6.3.2.1	Definição do Contexto.	93
6.3.3	Mapa de Referência e Ontologia de Domínio	94
6.3.4	Análise dos Dados do Aprendiz 4	94
6.3.4.1	Levantamento dos Dados	94
6.3.4.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios.	99
6.3.4.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios.	102
6.3.4.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios.	102
6.3.4.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos.	102
6.3.4.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	103
6.3.4.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	103
6.3.4.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	103
6.4	Estudo de Caso 3	105
6.4.1	Roteiro do Estudo de Caso: Conversão Eletromecânica de Energia - Estudos das Máquinas Elétricas Rotativas Síncronas	105
6.4.1.1	Objetivo Global.	105
6.4.1.2	Objetivo do Estudo.	105
6.4.1.3	Questão de Pesquisa e Hipótese.	106
6.4.1.4	Definição do Contexto.	106
6.4.2	Mapa de Referência e Ontologia de Domínio	106
6.4.3	Análise dos Dados do Aprendiz 1	106
6.4.3.1	Levantamento dos Dados	107
6.4.3.2	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	112
6.4.4	Considerações sobre os Estudos de Caso	113
6.5	Avaliação Qualitativa × Avaliação Quantitativa	115
6.6	Conclusão dos Estudos de Caso	118

7.1	Visão Geral do Framework	119
7.2	Detalhamento do Framework	120
7.3	Ontologias de Domínio	125
7.4	Complexidade da Comparação entre Mapas Conceituais	126
7.5	Mapas Conceituais como Árvores de Busca Binárias	127
Capítulo 8—Conclusões e Trabalhos Futuros		133
8.1	Trabalhos Futuros	134
Apêndice A—Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)		145
Apêndice B—Termo de Autorização para Captura e Uso de Imagem de Vídeo		149
Apêndice C—Questionário Pré-aplicação do Estudo de Caso (Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito)		151
Apêndice D—Dados Coletados do Questionário Pré-aplicação do Estudo de Caso		157
Apêndice E—Questionário após Aplicação do Estudo de Caso (Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito)		161
Apêndice F—Dados Coletados do Questionário Pós-aplicação do Estudo de Caso		165
Apêndice G—Estudo de Caso 1 - Levantamento dos Dados dos Aprendizes 1, 2 e 4		169
G.0.1	Aprendiz 1	169
G.0.1.1	Levantamento dos Dados	170
G.0.1.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios	175
G.0.1.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios	177
G.0.1.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios	178
G.0.1.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos	178
G.0.1.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	179
G.0.1.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	179
G.0.1.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	179
G.0.2	Aprendiz 2	180
G.0.2.1	Levantamento dos Dados	180
G.0.2.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios	188
G.0.2.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios	190
G.0.2.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios	190

G.0.2.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos	191
G.0.2.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	191
G.0.2.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	192
G.0.2.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	192
G.0.3	Aprendiz 4	193
G.0.3.1	Levantamento dos Dados	193
G.0.3.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios	204
G.0.3.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios	207
G.0.3.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios	207
G.0.3.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos	207
G.0.3.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	208
G.0.3.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos	208
G.0.3.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	209

Apêndice H—Ontologia sobre Sequência Didática na Perspectiva Ausubeliana 213

Apêndice I—Estudo de Caso 1 - Mapa com os Conhecimentos Prévios e recém adquiridos dos Aprendizes 1, 2, 3 e 4 217

Apêndice J—Estudo de Caso 2 - Levantamento dos Dados dos Aprendizes 1, 2, 3 e 5 225

J.0.1	Aprendiz 1	225
J.0.1.1	Levantamento dos Dados	225
J.0.1.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos.	227
J.0.1.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos.	229
J.0.1.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos.	230
J.0.1.5	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	230
J.0.2	Aprendiz 2	230
J.0.2.1	Levantamento dos Dados	231
J.0.2.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios.	236
J.0.2.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios.	239
J.0.2.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios.	239
J.0.2.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos.	239
J.0.2.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	240
J.0.2.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	240

J.0.2.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	240
J.0.3	Aprendiz 3	241
J.0.3.1	Levantamento dos Dados	242
J.0.3.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios.	246
J.0.3.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios.	248
J.0.3.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios.	249
J.0.3.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos.249	
J.0.3.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.250	
J.0.3.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	250
J.0.3.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	250
J.0.4	Aprendiz 5	251
J.0.4.1	Levantamento dos Dados.	251
J.0.4.2	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios.	258
J.0.4.3	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios.	261
J.0.4.4	Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios.	261
J.0.4.5	Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos.261	
J.0.4.6	Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.262	
J.0.4.7	Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos.	262
J.0.4.8	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	262

Apêndice K—Ontologia sobre Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito 265

Apêndice L—Estudo de Caso 2 - Mapa com os Conhecimentos Prévios e recém adquiridos dos Aprendizes 1, 2, 3, 4 e 5 267

Apêndice M—Estudo de Caso 3 - Levantamento dos Dados dos Aprendizes 2,3 e 4 273

M.0.1	Aprendiz 2	273
M.0.1.1	Levantamento dos Dados	274
M.0.1.2	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	280
M.0.2	Aprendiz 3	282
M.0.2.1	Levantamento dos Dados	282
M.0.2.2	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	287
M.0.3	Aprendiz 4	288
M.0.3.1	Levantamento dos Dados	289
M.0.3.2	Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos	293

Apêndice N—Ontologia sobre Conversão eletromecânica de energia 295

Apêndice O—Estudo de Caso 3 - Mapa com os Conhecimentos Prévios e recém adquiridos dos Aprendizes 1, 2, 3 e 4 297

LISTA DE FIGURAS

2.1	Um modelo geral de aprendizagem.	12
2.2	Esquema para o conceito de aprendizagem significativa segundo a Teoria de Ausubel. Os círculos com a letra <i>C</i> têm-se conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva enquanto <i>S1</i> e <i>S2</i> representam conceitos novos.	14
2.3	Esquema para o conceito de aprendizagem significativa segundo a Teoria de Ausubel. Os círculos com a letra <i>C</i> têm-se conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva.	16
2.4	As fases do processo de assimilação de conceitos.	16
2.5	Um exemplo de mapa conceitual sobre o sistema respiratório identificando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. As setas contínuas representam a diferenciação progressiva e as setas tracejadas a reconciliação integrativa.	20
3.1	Um modelo de prática docente.	22
3.2	Um exemplo de mapa conceitual para o ensino de variáveis estatísticas.	23
3.3	Os principais tipos de mapas conceituais encontrados na literatura.	25
3.4	Esquema de uma hierarquia conceitual com ligação cruzada.	27
3.5	Um mapa conceitual sobre as <i>estações do ano</i>	28
3.6	Importância das palavras de ligação em mapas conceituais.	28
3.7	Grau de direcionamento nas tarefas de avaliação de mapas conceituais.	30
3.8	Abordagem utilizada avaliar as mudanças cognitivas.	32
4.1	Quantidade de artigos encontrados em cada base.	39
4.2	Quantidade de artigos selecionados na realização do mapeamento.	39
4.3	Tabulação dos dados referente aos trabalhos selecionados.	42
4.4	Uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem orientada a processos.	44
4.5	Dois momentos capturados pela ferramenta <i>CMTool</i>	45
5.1	Um mapa conceitual para avaliação de mapas conceituais.	50
5.2	Três construções de mapas conceituais.	52
5.3	Mapas conceituais sobre o sistema respiratório mostrando ramificações.	52
5.4	Mapas conceituais sobre o sistema respiratório mostrando processo de construção das ligações cruzadas.	53
5.5	Mapas conceituais construídos sobre o conceito de <i>topologia de rede</i> com a identificação das categorias-chave de Ausubel.	54
5.6	Mapa com conhecimentos prévios.	58
5.7	Mapa com conhecimentos recém adquiridos.	59
5.8	Um modelo de pontuação para as proposições construídas no mapa conceitual.	64

6.1	Objetivo do estudo de caso 1.	69
6.2	Mapa de referência sobre sequências didáticas na perspectiva Ausubeliana. . .	74
6.3	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.	75
6.4	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	76
6.5	Mapa de referência sobre sequência didática contextualizada com o trânsito. .	94
6.6	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.	95
6.7	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	95
6.8	Objetivo do estudo de caso 3.	105
6.9	Mapa de referência sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas.	107
6.10	Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios.	108
6.11	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	108
7.1	Diagrama de pacotes sobre a visão geral do framework conceitual.	120
7.2	Diagrama de Atividades para o Processo de Construção de Mapas.	121
7.3	Diagrama de Atividades para a Avaliação das Proposições.	123
7.4	Diagrama de Atividades para a Análise das Mudanças Conceituais.	124
7.5	Mapa conceitual sobre o ciclo da água.	127
7.6	Exemplo de mapa conceitual utilizado para representar numa árvore AVL. . .	128
7.7	Inserção do primeiro nó na árvore.	128
7.8	Inserção do segundo nó na árvore.	129
7.9	Inserção do terceiro nó na árvore.	129
7.10	Inserção do quarto nó na árvore.	129
7.11	Inserção do quinto nó na árvore.	130
7.12	Inserção do sexto nó na árvore.	130
7.13	Árvore AVL após balanceamento.	131
7.14	Exemplo de outro mapa conceitual utilizado para representar numa árvore AVL.	131
7.15	Representação da árvore de busca binária AVL construída a partir do mapa conceitual da Figura 7.14.	132
G.1	Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios.	169
G.2	Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	170
G.3	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.	180
G.4	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	181
G.5	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.	194
G.6	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	195
I.1	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	217
I.2	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	220
I.3	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	220
I.4	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	221
I.5	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	221
I.6	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	222
I.7	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	222
I.8	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	223

J.1	Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios e recém adquiridos.	225
J.2	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.	230
J.3	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	231
J.4	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.	241
J.5	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	242
J.6	Mapa conceitual do Aprendiz 5 com os conhecimentos prévios.	251
J.7	Mapa conceitual do Aprendiz 5 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	251
L.1	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios e recém adquiridos.	267
L.2	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	268
L.3	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	268
L.4	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	268
L.5	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	269
L.6	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	269
L.7	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	270
L.8	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	270
L.9	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	271
M.1	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.	273
M.2	Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	274
M.3	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.	282
M.4	Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	282
M.5	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.	289
M.6	Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos. . . .	289
O.1	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	297
O.2	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	298
O.3	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	298
O.4	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	299
O.5	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	299
O.6	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	300
O.7	Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.	300
O.8	Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.	301

LISTA DE TABELAS

4.1	Critério P.I.C.O.C. estruturado para fundamentar a questão de pesquisa.	36
4.2	Critérios utilizados para a avaliação da qualidade.	39
4.3	Listagem dos artigos selecionados	40
5.1	Categorias de proposições que podem ser identificadas num mapa conceitual.	56
5.2	Ações relativas as categorias de proposições para avaliar as mudanças conceituais que podem ocorrer entre dois mapas conceituais.	56
5.3	Critérios utilizados para avaliar mapa conceitual.	57
6.1	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.3).	77
6.2	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.1.	78
6.3	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela 6.2.	79
6.4	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).	80
6.5	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.4.	81
6.6	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela 6.5.	82
6.7	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).	83
6.8	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.	85
6.9	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.6).	96
6.10	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.9.	96
6.11	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela 6.10.	97
6.12	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).	97
6.13	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.12.	97

6.14	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela 6.13.	98
6.15	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).	99
6.16	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.	100
6.17	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2).	108
6.18	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.17.	109
6.19	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela 6.18.	110
6.20	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11).	110
6.21	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela 6.20.	111
6.22	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela 6.21.	111
6.23	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.10) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11).	112
6.24	Novos critérios para avaliar mudanças na estrutura cognitiva do aprendiz.	114
6.25	Estudo de caso 1: relação entre avaliação qualitativa e quantitativa.	116
6.26	Estudo de caso 2: relação entre avaliação qualitativa e quantitativa.	116
G.1	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.1).	171
G.2	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela G.1.	171
G.3	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela G.2.	172
G.4	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).	172
G.5	Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha <i>Proposição inexistente</i> da Tabela G.4.	173
G.6	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).	174
G.7	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.	175
G.8	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.3).	182

G.9	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela G.8.	182
G.10	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela G.9.	183
G.11	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).	184
G.12	Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha <i>Proposição inexistente</i> da Tabela G.11.	185
G.13	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referente a Tabela G.12.	186
G.14	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).	186
G.15	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.	188
G.16	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.5).	195
G.17	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela G.16.	196
G.18	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela G.17.	198
G.19	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).	198
G.20	Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha <i>Proposição inexistente</i> da Tabela G.19.	200
G.21	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referente a Tabela G.20.	202
G.22	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).	202
G.23	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.	205
J.1	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.1).	226
J.2	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.1.	226
J.3	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.2.	227
J.4	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.	227
J.5	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2).	232

J.6	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.5.	232
J.7	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.6.	233
J.8	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).	234
J.9	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.8.	234
J.10	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.9.	235
J.11	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.2) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).	235
J.12	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.	237
J.13	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.4).	243
J.14	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.13.	243
J.15	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.14.	244
J.16	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).	244
J.17	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.16.	244
J.18	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.17.	245
J.19	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.4) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).	245
J.20	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.	246
J.21	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.6).	252
J.22	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.21.	253
J.23	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.22.	254
J.24	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).	254
J.25	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela J.24.	255
J.26	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.25.	256

J.27	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).	257
J.28	Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 5.	258
M.1	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.1).	275
M.2	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.1.	275
M.3	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela M.2.	276
M.4	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).	276
M.5	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.4.	277
M.6	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.5.	278
M.7	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).	279
M.8	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.3).	283
M.9	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.8.	284
M.10	Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela M.9.	284
M.11	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4).	285
M.12	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.11.	285
M.13	Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.12.	286
M.14	Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4).	286
M.15	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.5).	290
M.16	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.15.	290
M.17	Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).	290
M.18	Resultado da avaliação manual das proposições listadas como <i>inexistentes</i> da Tabela M.17.	291

M.19 Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.18.	292
M.20 Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).	292

LISTA DE QUADROS

4.1	<i>string</i> base em inglês.	37
4.2	<i>string</i> base em português.	37
5.1	Legenda das proposições de S_1 e $S_{1.1}$	61
5.2	Legenda das proposições de S_2, S_3, S_4 e S_5	62
7.1	Elementos de uma ontologia de domínio sobre o ciclo da água.	126

LISTA DE SIGLAS

TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa.....	12
AS	Aprendizagem Significativa.....	12
MC	Mapa Conceitual.....	14
IHMC	Institute for Human & Machine Cognition.....	21
MSL	Mapemamento Sistemático da Literatura.....	35
CI	Critérios de Inclusão.....	38
CE	Critérios de Exclusão.....	38
CQ	Critérios de Qualidade.....	39
IKAS	Intelligent Knowledge Assessment System.....	42
AG	Algoritmo Genético.....	44
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná.....	106
UFBA	Universidade Federal da Bahia.....	67
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.....	93
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.....	71
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste.....	106
UNIDEP	Centro Universitário de Pato Branco.....	106
PPG-ECFP	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores.....	70
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	71
TACIV	Termo de Autorização para Captura e Uso de Imagem de Vídeo.....	71

Capítulo

1

“If at first the idea is not absurd, then there is no hope for it”

(Albert Einstein)

INTRODUÇÃO

A aprendizagem implica no acompanhamento, orientação e reorientação permanente dos aprendizes pelo professor (SILVA; OMAR, 2017). Neste sentido, a atuação do professor em sala de aula impõe a esse profissional a necessidade de compreender como ocorre a aprendizagem do seu aluno, sendo imprescindível, para a sua formação, de referenciais teóricos sobre aprendizagem e avaliação de aprendizagem que possam orientá-lo e ajudá-lo na prática docente. Estes referenciais podem ser obtidos em diferentes correntes da psicologia educacional e são denominados, na literatura específica, de *Teorias da Aprendizagem* (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Segundo Dantas, Silva e Borges (2018) estas teorias têm como objetivo elaborar modelos para explicar e melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem dos educandos e educadores.

Entre essas teorias, tem-se o cognitivismo que busca compreender a estrutura e o funcionamento da mente humana (DANTAS; SILVA; BORGES, 2018). A Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) é uma das teorias cognitivistas que descreve o processo cognitivo de um indivíduo como, por exemplo, o seu processo de aprendizagem. O conceito central da teoria de Ausubel é o da *aprendizagem significativa*, um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2006). Neste processo a nova informação interage com uma outra informação da estrutura cognitiva, a qual Ausubel chamou de *subsunçor*¹. Subsunçor é um conceito, uma ideia, ou uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir como ponto de ancoragem a uma nova informação de modo que esta adquira significado para o aprendiz (MOREIRA, 2006). Portanto, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação *ancora-se*

¹Segundo Moreira e Masini (2001) não há uma tradução para o português do termo em inglês *subsumer*. Uma tentativa, que não engloba a totalidade do conceito, é a palavra *âncora*. Como a palavra subsunçor se popularizou no meio acadêmico, esta será utilizada nesta tese.

a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. À medida que ocorre a aprendizagem significativa, os conceitos são desenvolvidos, elaborados e assimilados por meio dos processos cognitivos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, chamados nesta tese de *categorias-chave*. A *diferenciação progressiva* ocorre quando um novo conceito é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz, e a *reconciliação integrativa* quando é feita uma associação entre conceitos previamente introduzidos para adquirir um novo significado. Esses processos, segundo a teoria de Ausubel, são fundamentais para que o ser humano aprenda de forma significativa por meio da aquisição e retenção do conhecimento.

Para Ausubel (2003), *aprendizagem* pressupõe organização e interação da informação na estrutura cognitiva do indivíduo. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos do conhecimento são ligados a (e assimilados por) conceitos, ideias e proposições mais gerais e inclusivos (MOREIRA, 2019). *Estrutura cognitiva* significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências do indivíduo (MOREIRA, 2019). Segundo Sousa, Silvano e Lima (2018), os novos conceitos aprendidos de maneira significativa provocam uma mudança na estrutura cognitiva do aprendiz e na elaboração dos conceitos subsunçores iniciais, podendo ser reestruturados, de modo que o aprendiz possa reutilizá-los como subsunçores em outras situações de aprendizagem. Essa situação facilita cada vez mais a ocorrência da aprendizagem de novos conceitos de forma significativa em relação à aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica, literal ou ainda memorística é aquela em que a nova informação não interage com qualquer subsunçor previamente existente. Isso ocorre pelo fato de não existir o subsunçor na estrutura cognitiva do aluno, ou o aluno não associar a nova informação com subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva (VALADARES, 2011). Dantas, Silva e Borges (2018) destacam que o professor assume um papel fundamental na utilização de metodologias que possam ajudar o aprendiz em sua aprendizagem. Dentre as estratégias que podem ser utilizadas como ferramentas pedagógicas de aprendizagem em sala de aula, Barbosa e Moura (2013) destacam os mapas conceituais. A avaliação da aprendizagem é um processo complexo que envolve a criação de mecanismos para verificar possíveis alterações na estrutura cognitiva do aprendiz, bem como fornecer informações sobre a aquisição de novos conhecimentos (SILVA; OMAR, 2017).

Mapas conceituais são representações gráficas que indicam relações entre conceitos, desde os mais gerais até os menos gerais, de modo a apresentar de forma clara o conhecimento do aprendiz organizando-o segundo à sua estrutura cognitiva. São utilizados para facilitar a construção de uma hierarquia de conceitos, de modo a oferecer estímulos adequados à aprendizagem (SILVA; CLARO; MENDES, 2017). Mapas conceituais são construídos usando a aplicação contínua da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (ROCHA; JUNIOR; FAVERO, 2008). Moreira (2010) enfatiza que os mapas conceituais foram desenvolvidos para auxiliar na aprendizagem significativa, podendo ser utilizados em todas as etapas necessárias para a aprendizagem, principalmente no que tange à avaliação, pois representam a organização conceitual que o aprendiz atribui a um determinado conhecimento. Segundo Silva (2018), um mapa conceitual possui diversas utilidades práticas, destacando-se na avaliação de aprendizagem. A observação passo a

passo da construção de um mapa conceitual pode revelar a evolução do aprendiz sobre um determinado domínio do conhecimento (ROCHA; FAVERO, 2004).

Existem desafios importantes quando se utiliza mapas conceituais para apoiar a avaliação de aprendizagem. Um desafio frequentemente relatado na literatura é a liberdade apresentada na construção de um mapa conceitual, por meio de conceitos e relações, possibilitando que uma mesma informação possa ser representada de diferentes formas pelos aprendizes (ROCHA et al., 2004). Araujo, Menezes e Cury (2003) destacam a sobrecarga de trabalho do professor quando são utilizados mapas conceituais sem considerar ferramentas automáticas que apoiem a avaliação de mapas. A avaliação da aprendizagem mediada por mapas conceituais é um processo que deve ocorrer de forma contínua e progressiva durante todo o curso de ensino-aprendizagem (VIDO, 2001).

Este capítulo apresenta na Seção 1.1 algumas considerações sobre avaliação de mapas conceituais. Na Seção 1.2 e na Seção 1.3 apresentamos, respectivamente, a questão de pesquisa e hipótese e os objetivos geral e específicos. A Seção 1.4 apresenta as contribuições. E finalmente, na Seção 1.5, é apresentada a organização da tese.

1.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE AVALIAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais podem ser usados para obter uma visualização da organização conceitual que é atribuída a um determinado conhecimento (BRUM, 2014; ROCHA, 2007). Neste caso, o conhecimento que está sendo considerado é o conhecimento da organização da estrutura conceitual de um determinado domínio de conhecimento (ROCHA, 2007). Os mapas conceituais permitem que o professor avalie o conhecimento do aprendiz regularmente, isto é, em cada estágio de um curso de estudo, e ao mesmo tempo use os resultados dessa avaliação para a análise e melhoria do conteúdo de aprendizagem e dos métodos de ensino que estão sendo utilizados em cada estágio do processo de ensino-aprendizagem (LUKASENKO; GRUNDSPENKIS, 2010). Brum (2014) destaca que, na medida em que os aprendizes interagem com os mapas conceituais para reconciliar e diferenciar conceitos e ideias, eles estarão também usando o mapeamento conceitual como um recurso de autoaprendizagem e autoavaliação.

Silva (2015) afirma que um dos maiores desafios da utilização dos mapas conceituais está no processo de avaliação, em virtude do mapa ser elaborado baseado nos conhecimentos que cada aprendiz possui sobre um determinado tópico de ensino. Pode-se concluir que não existe um único mapa correto. Analogamente, não se deve esperar numa avaliação que um aprendiz elabore um mapa correto de um certo conteúdo, mas que apresente em seu mapa conceitual evidências da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010). Neste contexto, podemos destacar as seguintes características dos mapas conceituais:

- se adequam a uma perspectiva cognitivista segundo a Teoria de Ausubel e, portanto, podem ser utilizados para avaliar aspectos da aprendizagem significativa;
- permitem que conceitos, ideias ou proposições construídos por aprendizes sejam analisados quanto à sua correção;

- permitem acompanhar como os aprendizes constroem e reconstróem o conhecimento.

Um processo de avaliação de mapas conceituais que analise a qualidade das mudanças cognitivas de um aprendiz, no sentido de determinar se houve ou não aprendizagem, passa por identificar e combinar um conjunto de informações presentes nos mapas e no processo de construção dos mesmos. O trabalho de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008) analisa de forma manual a estrutura do mapa conceitual para classificar a qualidade da aprendizagem em aprendizagem mecânica, significativa ou não aprendizagem. São utilizados critérios, que incluem: (i) definição dos conceitos de não aprendizagem, aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, considerando a teoria de Ausubel; (ii) definição de tipos de estruturas dos mapas para classificar a qualidade da aprendizagem; (iii) comparação das estruturas dos mapas antes e depois da aprendizagem para identificar mudanças estruturais entre os dois mapas, a partir das definições dos itens i e ii. No entanto, nenhuma discussão é feita sobre a automatização do processo de avaliação para qualificar a aprendizagem como também não é considerado o processo de construção do mapa.

Outro fato importante quando desejamos identificar aspectos relacionados à cognição do aprendiz através da avaliação de mapas conceituais é levar em consideração os erros cometidos pelos aprendizes durante o processo de construção do conhecimento. Segundo Novak (2002) aprendizagem significativa não implica em ausência de erros conceituais. Novak tem dedicado parte de seus estudos (NOVAK; GOWIN, 1984; NOVAK, 2002) a investigar e verificar que os mapas conceituais são ferramentas eficazes para revelar a existência de erros conceituais. Kinchin e Hay (2000) apontam que, ao avaliar apenas as relações corretas, informações relevantes sobre a construção do conhecimento do aprendiz podem ser perdidas. Por exemplo, algumas relações incorretas podem conter relações corretas que podem ser significativas na avaliação do processo cognitivo de aprendizagem. Segundo os autores, o foco em relações corretas parece contradizer a filosofia cognitivista de usar mapas conceituais ao não reconhecer o processo de construção de significado do aprendiz. Relações incorretas no mapa de um aprendiz podem mostrar o seu caminho de compreensão sobre o tema abordado. A análise do processo de construção do mapa permite reconhecer tipos de erros conceituais durante o processo de construção do conhecimento, como:

- erros conceituais construídos pelo aprendiz, mas que não aparecem no seu mapa;
- erros conceituais construídos pelo aprendiz que permanecem até o final da elaboração do mapa;
- conceitos construídos corretamente pelo aprendiz, mas que no mapa são apresentados incorretamente ou não aparecem.

Devido ao número elevado de alunos que normalmente está sob responsabilidade de um único professor, o processo de avaliação de mapas requer o uso de ferramentas computacionais para que haja uma melhor eficácia no ato de avaliar. O interesse pelo uso do

computador na avaliação de mapas conceituais está ligado às possibilidades em focar a avaliação no processo de construção do conhecimento que é desenvolvido pelo aprendiz e nas mudanças conceituais que se verificam no decorrer do processo, ou seja, no seu ato de aprender a aprender (BEYERBACH; SMITH, 1990).

Pesquisas na área de Informática na Educação (ACTON; JOHNSON; GOLDSMITH, 1994; CUNHA; FERNANDES, 2002; ARAUJO; MENEZES; CURY, 2003; GOULI et al., 2004; CHANG et al., 2005; ANOHINA; POZDNAKOV; GRUNDSPENKIS, 2007; GRUNDSPENKIS; ANOHINA, 2009; CHEN; LIN; CHANG, 2001; AZEREDO et al., 2017; IQBAL et al., 2018) têm investigado o problema de avaliar mapas conceituais comparando o mapa do aprendiz com um mapa de referência por meio de análise estrutural, para reconhecer possíveis padrões de soluções, e análise semântica, para reconhecimento de significados. Outras ferramentas analisam o mapa do aprendiz comparando com mapas construídos por ele em momentos anteriores para analisar a evolução da sua aprendizagem. Na literatura ainda é possível encontrar ferramentas para avaliação de mapas conceituais, como: *COMPASS* (GOULI et al., 2004), *IKAS* (GRUNDSPENKIS, 2008b; GRUNDSPENKIS; ANOHINA, 2009; GRUNDSPENKIS; STRAUTMANE, 2018), *CM-Tool* (ROCHA; FAVERO, 2004; ROCHA; JUNIOR; FAVERO, 2008). Esses sistemas avaliam a correção de proposições em um mapa identificando se são corretas ou incorretas, comparando com um mapa de um especialista. No entanto, essas ferramentas não fazem avaliação que apontem tipos de aprendizagem, significativa ou mecânica.

Além de trabalhos sobre avaliação qualitativa como os citados acima, também é possível encontrar trabalhos que fazem avaliação quantitativa dos mapas conceituais. Este é o caso de Barrella, Henriques e Gipson (2016), que utilizam um sistema de pontuação de mapas conceituais para avaliar o número de conceitos, ligações cruzadas, ramificações e níveis de hierarquias. A evolução da aprendizagem é feita por meio da comparação entre a pontuação do mapa construído no início e no fim de um curso de ensino. Turns, Atman e Adams (2000) propõem o uso de mapas conceituais para avaliação da aprendizagem baseada na pontuação de diferentes características do mapa, tais como largura, profundidade e conectividade. Sacre et al. (2013), Watson et al. (2016) e Silva e Omar (2017) também utilizam um sistema de pontuação para avaliar as ligações cruzadas, ramificações e hierarquias nos mapas conceituais para uma avaliação da aprendizagem significativa. Na análise quantitativa, os métodos utilizados de pontuação consideram o grau de subsunção: avaliado pelos níveis hierárquicos do mapa, denominado pelos autores de profundidade do conhecimento; a diferenciação progressiva: avaliada pelas ramificações, denominada de amplitude do conhecimento; e a reconciliação integrativa: avaliada pelas ligações cruzadas na mapa para gerar uma pontuação a partir do mapa do aprendiz. Entendemos que uma nota gerada por um sistema de pontuação é importante para complementar um processo avaliativo qualitativo, fornecendo ao aprendiz um *feedback quantitativo* sobre o seu nível de aprendizagem. Por outro lado, é fundamental investigar como o aprendiz constrói e organiza o conhecimento em sua estrutura cognitiva, permitindo uma análise mais aprofundada e detalhada de sua aprendizagem.

Avaliar o conhecimento por meio da análise estrutural e semântica do mapa conceitual do aprendiz traz informações relevantes para o processo de avaliação da aprendizagem, mas não consideram certos aspectos da cognição durante a construção do conhecimento.

Neste sentido, é importante também observar o processo de construção do mapa, pois através do processo é possível identificar aspectos que não seriam possíveis analisando apenas os mapas. Por exemplo, os processos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da teoria de Ausubel e outros aspectos cognitivos, como dificuldades de construções conceituais e erros conceituais cometidos pelos aprendizes durante a construção do seu conhecimento e que podem indicar lacunas de sua aprendizagem e apoiar o professor no processo de ensino aprendizagem.

Na literatura é possível encontrar pesquisas que vão nessa direção. Por exemplo, os trabalhos de Rocha et al. (2004), Rocha, Junior e Favero (2005) apresentam uma ferramenta denominada *CMTool*, que utiliza técnica de inteligência artificial para gerar um mapa de referência e comparar com o mapa do aprendiz para avaliar a correção das proposições do mapa. A ferramenta coleta informações em diferentes momentos (chamado de *snapshots*), durante o processo de criação do mapa, para análise posterior dos conceitos de Ausubel. Segundo os autores, a análise estrutural é feita através da comparação entre os diferentes *snapshots*² capturados durante o processo de construção do mapa conceitual, para analisar a ocorrência de aprendizagem significativa. Neste sentido, entendemos que capturar momentos da construção sem um critério definido para a captura dos *snapshots* dos mapas do aprendiz não é suficiente, pois pode haver perda de informações relevantes tanto no que tange à evolução da aprendizagem, quanto para uma avaliação da aprendizagem significativa, uma vez que os processos cognitivos da teoria de Ausubel como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos que são identificados durante a construção passo-a-passo do mapa conceitual.

O trabalho de Santos et al. (2005) apresenta um ambiente para construção de mapas conceituais baseado na web com foco no acompanhamento da aprendizagem. O ambiente permite que o aprendiz crie mapas e altere o seu conteúdo através da inserção e exclusão de conceitos no decorrer da elaboração do mapa sobre um determinado tópico. Além disso, é possível analisar a evolução na construção do mapa do aprendiz através de um *time-line* (linha do tempo), no qual se visualiza em forma de animação todos os passos de construção do mapa, desde o início até a construção do mapa final. A ferramenta também permite visualizar as versões individuais dos mapas já construídos anteriormente. A avaliação dos mapas, feita pela ferramenta, não consiste em comparar o mapa do aprendiz com o mapa do especialista, mas sim com os seus mapas anteriores para que seja possível observar como o aprendiz compreende um determinado conceito em momentos diferentes da sua trajetória de aprendizagem. Embora a ferramenta faça o acompanhamento da construção do mapa através da linha do tempo, não são definidos critérios para caracterizar a aprendizagem. Além disso, o trabalho não identifica os processos cognitivos da teoria de Ausubel, durante a construção do mapa, para uma avaliação da aprendizagem significativa.

Esta tese de doutorado parte do pressuposto que para uma avaliação de mapas conceituais que considere os aspectos da teoria de Ausubel e a idiosincrasia cognitiva de cada aprendiz, além de analisar o mapa estrutural e semanticamente deve-se também considerar o processo de construção do mapa. Neste sentido, este trabalho contribui

²Os autores não citam o tempo em que os *snapshots* são capturados.

com a proposta de um framework conceitual para colher informações do processo de construção de mapas conceituais, bem como da análise sintática e semântica, que classificamos como indícios de aprendizagem. Propomos um modelo de avaliação de mapas conceituais e um método para identificar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não aprendizagem inspirado no trabalho de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008). No entanto, diferentemente do trabalho deles, classificamos indícios de aprendizagem de acordo com ações realizadas durante a construção de mapas.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA E HIPÓTESE

Tendo em vista o que foi discutido anteriormente, procuramos responder a seguinte questão de pesquisa:

Questão de Pesquisa: Como obter informações sobre processos cognitivos de construção do conhecimento em mapas conceituais e identificar as categorias-chave da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel para encontrar indícios de aprendizagem de forma automatizada?

Hipótese: Por meio de uma avaliação de mapas conceituais que considere análise estática estrutural e semântica combinada com o processo passo a passo de construção do mapa é possível identificar as categorias-chave de Ausubel, erros conceituais e diferentes processos cognitivos do aprendiz, o que permite apontar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não aprendizagem de forma automatizada.

1.3 OBJETIVOS

Nesta tese de doutorado, adotamos como objeto de pesquisa a avaliação automática de mapas conceituais apontar indícios de aprendizagem significativa, tomando como base a Teoria de Ausubel. Para a avaliação de mapas conceituais consideramos o seu processo de construção, os conhecimentos que o aprendiz já possui (conhecimentos prévios), os conhecimentos novos (recém adquiridos) Essa análise possibilita ter um melhor entendimento de como ocorre a construção, organização e reorganização do conhecimento do aprendiz.

A seguir são descritos o objetivo geral e os objetivos específicos da tese.

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um framework conceitual para avaliação de mapas conceituais que dê suporte computacional à avaliação de aprendizagem significativa através da identificação de indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não aprendizagem.

1.3.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos:

- Desenvolver um modelo conceitual para avaliação de mapas conceituais que considere o processo de construção, erros conceituais, análise estática estrutural e semântica;
- Desenvolver um método com critérios para avaliação de mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não aprendizagem;
- Realizar estudos de caso em domínios de conhecimentos específicos para explorar novos indícios de aprendizagem e validar o método proposto nesta tese;
- Especificar o framework conceitual com base no modelo e método desenvolvidos;
- Desenvolver um esquema de pontuação para uma avaliação quantitativa do mapa conceitual.

1.4 CONTRIBUIÇÕES

De forma geral, esta tese de doutorado traz as seguintes contribuições: (i) um modelo de avaliação de mapas conceituais baseado na teoria da aprendizagem significativa que considera o processo de construção do mapa como forma de verificar alterações na estrutura cognitiva do aprendiz; (ii) um método sistemático para identificar indícios de aprendizagem mecânica, significativa e não aprendizagem e; (iii) um framework conceitual para estruturação de um processo avaliativo de mapas conceituais para identificar indícios de aprendizagem de forma semiautomática. O framework é a base para que ambientes computacionais sejam implementados para apoiar a avaliação de aprendizagem. Adicionalmente, o ambiente também pode ser utilizado pelo aprendiz como um recurso para a sua autoaprendizagem e autoavaliação.

1.5 ORGANIZAÇÃO

Esta tese está organizada em mais sete capítulos, os quais foram distribuídos da seguinte forma:

O **Capítulo 2** apresenta um resumo sobre os principais conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, importantes para o desenvolvimento desta tese.

O **Capítulo 3** apresenta os conceitos fundamentais sobre mapas conceituais. O objetivo do capítulo é mostrar como essa ferramenta pode ser utilizada como forma de avaliação da aprendizagem significativa. Para tanto são apresentados alguns conceitos tais como: ramificações e ligações cruzadas utilizadas para avaliar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa da aprendizagem significativa.

O **Capítulo 4** trata de um mapeamento sistemático da literatura com foco na avaliação automatizada da aprendizagem por meio de mapas conceituais.

O **Capítulo 5** apresenta um modelo para avaliar mapas conceituais e um método com critérios utilizados na avaliação qualitativa e um esquema de pontuação para avaliação quantitativa.

O **Capítulo 6** apresenta três estudos de casos em que aplicamos o método proposto para analisar os dados coletados e validar nossa proposta, bem como explorar novos indícios de aprendizagem observados através do processo de construção de mapas.

O **Capítulo 7** traz a especificação do framework conceitual para o processo de avaliação de mapas conceituais.

O **Capítulo 8** apresenta as conclusões e os trabalhos futuros previstos a partir deste trabalho de pesquisa.

“O homem nada pode aprender senão em virtude do que já sabe.”

(Aristóteles)

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL

Este capítulo apresenta o referencial teórico sobre a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. A Seção 2.1 apresenta um modelo geral de aprendizagem. A Seção 2.2 apresenta conceitos gerais sobre aprendizagem significativa. A Seção 2.3 discorre sobre o princípio da assimilação ou subsunção definido por Ausubel. Por último, a Seção 2.4 trata dos processo cognitivos da aprendizagem significativa, como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

2.1 UM MODELO GERAL DE APRENDIZAGEM

A Figura 2.1 mostra um modelo geral de aprendizagem, proposto por Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008), de como os estudantes fazem a integração de novos materiais com o conhecimento anterior existente. Se o que é novo não está integrado, deve ter sido adquirido mecanicamente e é provável que seja rapidamente esquecido. Como Novak (1998) e Jarvis (1992) apontam, o aluno deve escolher aprender de forma significativa. Mas tal postura não nega as responsabilidades do professor. Os professores podem (e devem) ensinar de maneiras que incentivem os alunos a criarem significados. Isso deve começar com a mensuração do conhecimento prévio do aluno. O mapeamento conceitual pode ser usado para fazer isso, mas depois o método também pode ser repetido para tornar a compreensão nova e emergente dos aprendizes visível para o professor. Isso fornece uma estrutura para analisar o que está sendo compreendido e o que não está (HAY; KINCHIN; LYGO-BAKER, 2008).

Os autores salientam que os alunos devem aprender de forma significativa pela integração proposicional, ou seja, pela incorporação de novos conhecimentos (i.e. novas proposições) com o conhecimento já existente. Na Figura 2.1, os autores argumentam

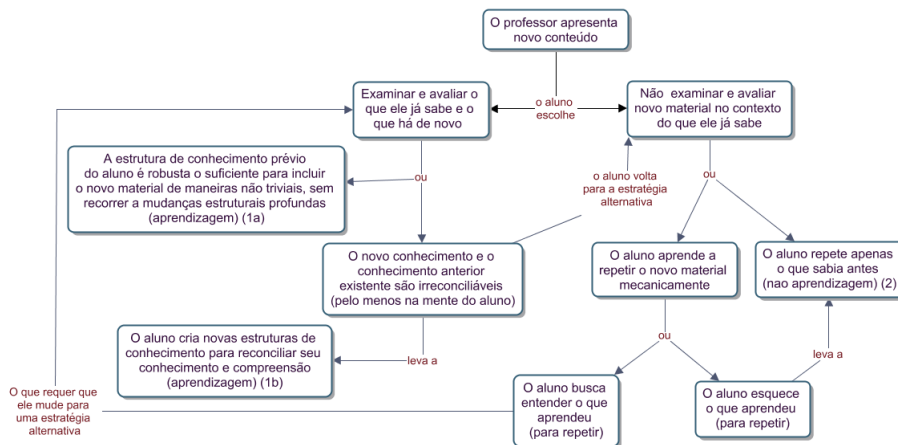


Figura 2.1 Um modelo geral de aprendizagem.

Fonte: Retirado e adaptado de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008).

que: **(1a)** alguns aprendizes podem compreender o significado de um novo conceito rapidamente porque seu conhecimento anterior apoia uma nova compreensão; **(1b)** outros acharão o novo aprendizado mais complexo como consequência de seus conhecimentos prévios; **(2)** alguns alunos permanecerão com o seu conhecimento inalterado e isso compreende a não aprendizagem. Os alunos que primeiro aprendem mecanicamente aprenderão significativamente mais tarde, se puderem integrar seu novo aprendizado com seu conhecimento anterior. Caso contrário, eles tenderão a esquecer o que lhes foi ensinado e reverter para a não aprendizagem (HAY; KINCHIN; LYGO-BAKER, 2008).

2.2 CONCEITOS GERAIS SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)¹ surgiu no início da década de sessenta nos Estados Unidos com os estudos de David Ausubel. Segundo Ausubel (2003), a Aprendizagem Significativa (AS) envolve a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado, sendo:

- (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado “lógico”) e
- (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva

¹A aprendizagem significativa é o conceito central da Teoria da Aprendizagem de **David Paul Ausubel**. Ausubel publicou seus primeiros estudos sobre a Teoria da aprendizagem significativa em 1963 intitulado de *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* e desenvolveu-a durante as décadas de 1960 e 1970. Mais tarde, no final da década de 1970, Ausubel recebeu a contribuição de Joseph Donald Novak que progressivamente se encarregou de refinar e divulgar a teoria (CARVALHO, 2012).

do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos. (AUSUBEL, 2003, p.1).

Moreira (2006) define aprendizagem significativa utilizando conceito de *subsunçor*:

Um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “*conceito subsunçor*” ou, simplesmente “*subsunçor*”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA, 2006, p.14).

Neste sentido, quando os conceitos relevantes e inclusivos estiverem claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, estes (os subsunçores), podem servir como pontos de ancoragem para a aprendizagem de outros conceitos. Um subsunçor pode ser definido da seguinte forma:

O “*subsunçor*” é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “*ancoradouro*” a nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação). (MOREIRA, 2006, p.15).

Dessa forma, a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação de uma informação a algum aspecto relevante da estrutura cognitiva do sujeito. Pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos ou proposições só podem ser aprendidos significativamente na medida que outras ideias, conceitos ou proposições, relevantes e inclusivos estejam claros e disponíveis na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006). Para Ausubel, o armazenamento de informações² na mente humana é altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a (e assimilados por) conceitos, a ideias, a proposições mais gerais e inclusivos (MOREIRA; MASINI, 2001).

Segundo Ausubel (2003), a aquisição de novos significados é co-extensiva à aprendizagem significativa. Este é um processo considerado qualitativamente diferente da aprendizagem por memorização, pois o conteúdo relaciona-se de forma não arbitrária e não literal com ideias já existentes na estrutura cognitiva. Em outras palavras, os novos significados são o produto de uma interação entre os novos conteúdos a serem aprendidos e as ideias relevantes da estrutura de conhecimento do aprendiz. A aprendizagem significativa não ocorre de forma simples, é preciso condições adequadas para sua ocorrência. Segundo Moreira e Masini (2001), a ocorrência da aprendizagem significativa pressupõe:

²O termo *informações* será usado neste trabalho como um significado mais geral. Pode se referir a conceitos, a ideias, a proposições ou até mesmo conhecimentos.

- **Disposição do aluno em relacionar o material a ser aprendido de modo substantivo e não arbitrário à sua estrutura cognitiva.** Isto implica que, mesmo que o material de aprendizagem possa se relacionar às ideias da estrutura cognitiva do aluno (subsunçores), não haverá aprendizagem significativa, se o propósito for de memorizar *ipsis litteris* as partes componentes desse material, em vez de se procurar aprendê-lo significativamente.
- **Presença de ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno.** Requer que o aluno possua, de fato, essas ideias subsunçoras na sua estrutura cognitiva, a fim de que possa relacionar o novo conteúdo àquilo que já conhece.
- **Material potencialmente significativo.** A aprendizagem significativa pressupõe material de aprendizagem potencialmente significativo, a saber: um material que possa ser relacionado à estrutura cognitiva em bases substantivas e não arbitrárias.

Nas situações práticas de aprendizagem, a maior dificuldade não está apenas na forma de diferenciar conceitos, mas na aparente contradição entre os conceitos novos e ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva. Com esta dificuldade, o aluno poderá descartar uma nova proposição válida; tentar lidar como um aspecto isolado, sem ligá-la a conhecimentos anteriores, ou ainda, buscar uma reconciliação integrativa sob subsunçor mais inclusivo (MOREIRA; MASINI, 2001). Segundo Moreira e Masini (2001), quando conceitos relevantes não existem na estrutura cognitiva do sujeito, novas informações têm que ser aprendidas, para que o indivíduo passe a ter ancoradouros em sua estrutura cognitiva. A Figura 2.2 apresenta um esquema para um conceito de aprendizagem significativa segundo a Teoria de David P. Ausubel, onde o *Novo Conceito* se relaciona com conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva do indivíduo.

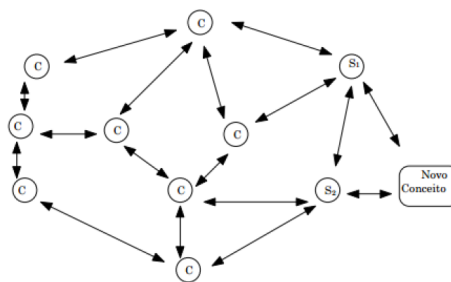


Figura 2.2 Esquema para o conceito de aprendizagem significativa segundo a Teoria de Ausubel. Os círculos com a letra *C* têm-se conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva enquanto *S1* e *S2* representam conceitos novos.

Fonte: Retirado de Filho (2013).

Uma das principais contribuições para a disseminação e uso da Teoria de Ausubel foi o desenvolvimento de uma ferramenta denominada *Mapa Conceitual (MC)*, (discutido no Capítulo 3) para organizar e representar a estrutura cognitiva de um indivíduo e que se tornou um dos principais instrumentos metodológicos da *Teoria da Aprendizagem*

Significativa. Novak (1990) foi o idealizador dessa ferramenta se preocupando com sua aplicabilidade em sala de aula.

Ausubel contrapõe a aprendizagem significativa com o que chamou de *aprendizagem mecânica*. Ou seja, aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação de conceitos relevantes na estrutura cognitiva do indivíduo. Neste caso, a nova informação é armazenada de forma arbitrária, não tendo interação entre a nova informação e aquela já armazenada. Assim, o conhecimento fica distribuído arbitrariamente na estrutura cognitiva do indivíduo sem se relacionar com conceitos subsunçores específicos (MOREIRA; MASINI, 2001).

Exemplo 2.1 (Moreira e Masini (2001)): A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é uma forma típica de aprendizagem mecânica. A memorização de fórmulas, leis e conceitos em Física também pode ser entendido como exemplo de aprendizagem mecânica ainda que, neste caso, seja possível argumentar que poderá haver algum tipo de associação.

Um aprendiz pode entrar em contato com uma nova informação que não existam conhecimentos prévios que funcionem como ideias-âncora. Neste caso, a aprendizagem dessa nova informação será mecânica, até que se desenvolva novas ideias em sua estrutura cognitiva capazes de funcionar como subsunçores, mesmo que ainda pouco elaborados. À medida que essa aprendizagem começa a ser significativa, tais subsunçores vão se tornando mais elaborados e mais aptos a servirem de ancoradouro a novas informações (MOREIRA; MASINI, 2001). Moreira (2006) complementa ainda dizendo que:

[...] a aprendizagem mecânica não se processa em um “*vácuo cognitivo*”, pois algum tipo de associação pode existir, porém não no sentido de interação como na aprendizagem significativa. Além disso, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer que em certas situações a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária: por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento. (MOREIRA, 2006, p.16-17).

A Figura 2.3 apresenta um esquema para um conceito de aprendizagem mecânica segundo a Teoria de David P. Ausubel.

Na Figura 2.3, o *Novo Conceito* não se relaciona com conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva do indivíduo.

Segundo Salvador et al. (2000), a aprendizagem significativa apresenta três vantagens essenciais em relação à aprendizagem mecânica, são elas:

- (i) o conhecimento adquirido de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo;
- (ii) aumenta a capacidade de aprender outros materiais ou conteúdos relacionados de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida;
- (iii) uma vez esquecida, ela facilita a aprendizagem seguinte, a *re-aprendizagem*, para dizê-lo de outra maneira.

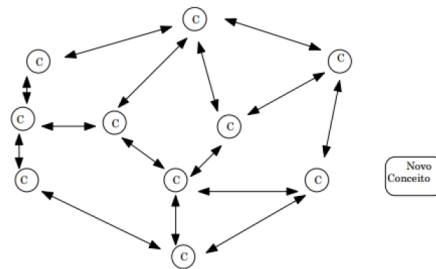


Figura 2.3 Esquema para o conceito de aprendizagem significativa segundo a Teoria de Ausubel. Os círculos com a letra C têm-se conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva.

Fonte: Retirado de Filho (2013).

A explicação dessas vantagens está nos processos específicos por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa (SALVADOR et al., 2000).

2.3 PRINCÍPIO DA ASSIMILAÇÃO OU SUBSUNÇÃO

Para que o processo de aquisição e organização de significados se tornem mais claros e precisos, Ausubel introduziu o *Princípio da Assimilação* ou *Teoria da Assimilação*. Ausubel mostra que o resultado da interação entre o material a ser aprendido e a estrutura cognitiva do aprendiz é uma assimilação dos significados antigos com os novos e que contribui para a diferenciação dessa estrutura (MOREIRA, 2006). Nesse processo de assimilação de conceitos, a relação existente entre as ideias-âncoras e as assimiladas permanecem na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA; MASINI, 2001). O processo de *subsunção*, descrito por Ausubel em sua teoria, e chamado de *princípio da assimilação* é representado esquematicamente pela Figura 2.4.

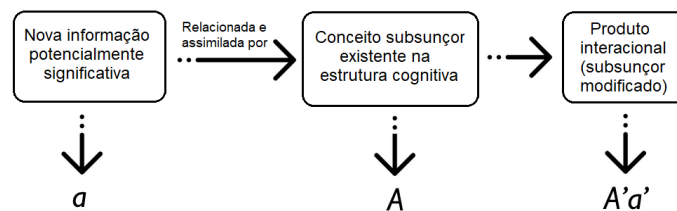


Figura 2.4 As fases do processo de assimilação de conceitos.

Fonte: Retirado de Moreira (2006).

Conseqüentemente, a assimilação de conceitos é um processo que ocorre quando um determinado conceito a , que é potencialmente significativo, é assimilado sob um conceito A mais inclusivo, que já existe na estrutura cognitiva do indivíduo. Como podemos observar na referida figura, não apenas a informação a como também o subsunção A , são modificados nessa interação (MOREIRA; MASINI, 2001). Moreira e Masini (2001),

apresentam um exemplo (vide Exemplo 2.2) desse processo ilustrado na Figura 2.4.

Exemplo 2.2 (Moreira e Masini (2001)): Se o conceito de força nuclear for aprendido por um aluno que já possui o conceito de força já estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito (específico) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (o de força), já adquirido. Porém, como esse tipo de força é de curto alcance (contrariamente aos outros que são de longo alcance), não apenas o conceito de força nuclear irá adquirir um novo significado para o aluno, como também o conceito geral de força que ele já possuía em sua estrutura cognitiva será modificado e, dessa forma, se tornará mais inclusivo. Neste ponto, para o aprendiz, o conceito de força irá incluir também forças de curto alcance.

2.4 PROCESSOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para promover a aprendizagem significativa, Ausubel propõe que a programação de conteúdos a serem ensinados obedeça basicamente dois princípios, que são: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*, por meio da aprendizagem significativa de proposições.

2.4.1 Aprendizagem Significativa de Proposições

A *aprendizagem proposicional* (ou de proposições) consiste em aprender os significados das ideias expressas por grupos de palavras (geralmente representando conceitos) combinados em proposições ou sentenças. Assim, para que ocorra a aprendizagem significativa, é preciso que exista um símbolo representando um conceito, que por sua vez tenha um significado (em um determinado contexto), tornando-se as ideias potencialmente significativas (LIMA, 2011).

Ausubel, Novak e Hanesian (1980), destacam que, ao se aprender o significado de uma proposição, aprendemos primeiramente o significado de cada um dos termos componentes. Esse tipo de aprendizagem pode atingir formas mais complexas de aprendizagem significativa. Nesse caso, a tarefa é aprender o significado que está além dos significados das palavras e dos conceitos que compõem a proposição. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) consideram ainda que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa que outros tipos de aprendizagens como as aprendizagens representacional e conceitual, no sentido de que as representações e os conceitos podem constituir os subsunçores para a formação de proposições. Segundo Ausubel (2003) o conteúdo distinto na estrutura cognitiva do indivíduo que resulta do processo de aprendizagem significativa, e que constitui o seu significado, é um produto interativo do modo particular como o conteúdo da nova proposição está relacionado com o conteúdo de ideias estabelecidas e relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Nesta tese de doutorado, utilizaremos a aprendizagem proposicional para representar os tipos de proposições que podem ser identificados num mapa conceitual (discutido no Capítulo 3), como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, discutidos nas próximas seções.

2.4.2 Diferenciação Progressiva

A diferenciação progressiva ocorre quando o subsunção se modifica com a incorporação de uma nova informação, alterando-o e dando um novo significado. Ou seja, é um processo que ocorre a interação e a ancoragem de um novo conceito a um conceito subsunção. A ocorrência deste processo iteradas vezes é resultado da diferenciação progressiva do conceito subsunção na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2003). Segundo Ausubel (2003):

O processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na diferenciação progressiva de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento dos significados e numa potencialidade melhorada para se fornecer ancoragem a aprendizagens significativas posteriores.(AUSUBEL, 2003, p.106).

Mintzes, Wandersee e Novak (2000) afirmam ainda que:

[...] a diferenciação progressiva resulta geralmente em níveis cada vez maiores de hierarquia e bifurcação ou ramificação de conceitos centrais. Os indivíduos que passaram por situações bem sucedidas de aprendizagem significativa mostram, em geral, uma estrutura de conhecimento muito dendrítica, composta por diversos níveis de hierarquia. (MINTZES; WANDERSEE; NOVAK, 2000, p.53).

Neste contexto, Ausubel refere-se ao princípio da diferenciação progressiva afirmando que: “[...] a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão.” (AUSUBEL, 2003, p.6). Dessa forma: “[...] partindo de regiões de maior inclusão para as de menor, cada uma delas ligada ao degrau mais acima na hierarquia, através de um processo de subsunção.” (AUSUBEL, 2003, p.60). O Exemplo 2.3 apresenta a diferenciação progressiva sobre o conceito de *conservação*.

Exemplo 2.3 (Moreira (2010)): Seja o conceito subsunção de *conservação*: a aquisição em ciências pode ser diferenciada e progressiva ao aprendiz à medida que ele vai aprendendo significativamente o que é *conservação da energia*, *conservação da carga elétrica* ou até mesmo *conservação da quantidade de movimento*. Neste caso, o subsunção *conservação* vai se tornando mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos.

2.4.3 Reconciliação Integrativa

Reconciliação integrativa é a associação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva, no processo da aprendizagem significativa. Neste caso, ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva do indivíduo podem ser reconhecidas e relacionadas de modo diferente da anteriormente existente e, assim, novos significados podem ser gerados a partir

da reorganização destes conceitos. Dessa forma, a reconciliação integrativa resulta em evidenciar as semelhanças e diferenças entre ideias relacionadas, ou seja, em uma “recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2019, p.168) antes dispersos ou tidos como diferentes. Isso deve ser feito para alcançar o objetivo da reconciliação integrativa. Sobre a reconciliação integrativa, Ausubel (2003) afirma que:

Quando se apreendem conceitos ou proposições através de novos processos de aprendizagem de subsunção, subordinante ou combinatória, podem desenvolver-se significados novos e diferenciados e é possível que se possam resolver os significados conflituosos através de um processo de reconciliação integradora³. (AUSUBEL, 2003, p.106).

Novak e Gowin (1984) ainda afirmam que:

As ligações cruzadas que revelem relações válidas entre dois segmentos distintos da hierarquia conceitual significam possivelmente reconciliações integrativas importantes e podem ser, por isso, melhores indicadores de aprendizagem significativa do que os níveis hierárquicos. (NOVAK; GOWIN, 1984, p.123).

A Figura 2.5 apresenta um mapa conceitual sobre o sistema respiratório e ilustra casos que ocorrem tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integrativa, no contexto da aprendizagem significativa. Discutiremos no Capítulo 5 que, tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integrativa são processos identificados durante a construção do mapa conceitual. Uma breve explicação pode ser dada da seguinte forma:

Para identificar que a proposição:

<Cavidade nasal *responsável pela entrada e saída* Oxigênio>

foi construída por meio da reconciliação integrativa, deve-se analisar que, no processo de construção do mapa, tanto o conceito *Cavidade nasal* quanto o conceito *Oxigênio* já estão estabelecidos na estrutura cognitiva do indivíduo.

³Reconciliação integrativa, do inglês *Integrative Reconciliation*, também é traduzida por alguns autores como reconciliação integradora.

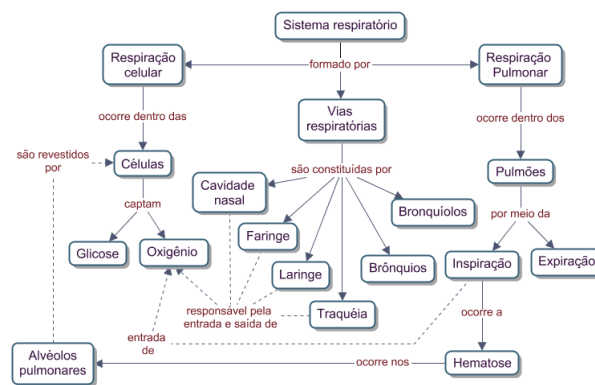


Figura 2.5 Um exemplo de mapa conceitual sobre o sistema respiratório identificando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. As setas contínuas representam a diferenciação progressiva e as setas tracejadas a reconciliação integrativa.

Fonte: Adaptado de Mendonça (2012).

*“Todo o conhecimento exige um conceito,
por mais imperfeito ou obscuro que ele possa ser.”*

*(Emmanuel Kant)
“Crítica da Razão Pura”*

MAPAS CONCEITUAIS

A ideia de hierarquia entre conceitos, em que Ausubel propõe a teoria da aprendizagem significativa, usando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, permitiu ao americano, professor e educador Joseph Donald Novak, idealizar uma ferramenta chamada de *mapas conceituais*¹ com o objetivo de instrumentalizar essa teoria (LIMA, 2011).

Este capítulo apresenta um referencial teórico dos mapas conceituais como uma ferramenta para aprendizagem e avaliação da aprendizagem significativa. Inicialmente, na Seção 3.1 apresentamos um modelo de prática docente, na Seção 3.2 conceituamos os mapas conceituais e suas características. Na Seção 3.3 discutiremos sobre mapas conceituais como instrumento da avaliação de aprendizagem.

3.1 UM MODELO DE PRÁTICA DOCENTE

Iniciamos a discussão sobre mapas conceituais através de um modelo de prática docente, apresentado na Figura 3.1. Segundo Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008) as práticas definidas neste modelo podem ser facilitadas pelo uso de mapeamento conceitual. Ao usar o mapeamento conceitual, os professores podem promover uma aprendizagem significativa entre seus aprendizes, como também acumular dados importantes sobre a qualidade da aprendizagem e do ensino. Neste modelo, o ensino inclui quatro práticas, todas as quais podem ser alcançadas por meio do mapeamento conceitual (HAY; KINCHIN; LYGO-BAKER, 2008):

¹**Joseph Donald Novak** é um educador americano, professor emérito da Universidade de Cornell (USA) e pesquisador senior no *Institute for Human & Machine Cognition (IHMC)*. Ele é reconhecido por ter desenvolvido os mapas conceituais na década de 70.

1. Medidas do conhecimento prévio do aluno;
2. Apresentação de novo material no contexto de uma base de conhecimento conhecida do aluno;
3. Engajamento ativo no desenvolvimento de novos significados para o aluno, por meio do ensino proposicional do conhecimento e compreensão subjacentes;
4. Medição das mudanças cognitivas dos aprendizes para que a aprendizagem (onde ela ocorre) seja identificada e as causas da não aprendizagem sejam abordadas.

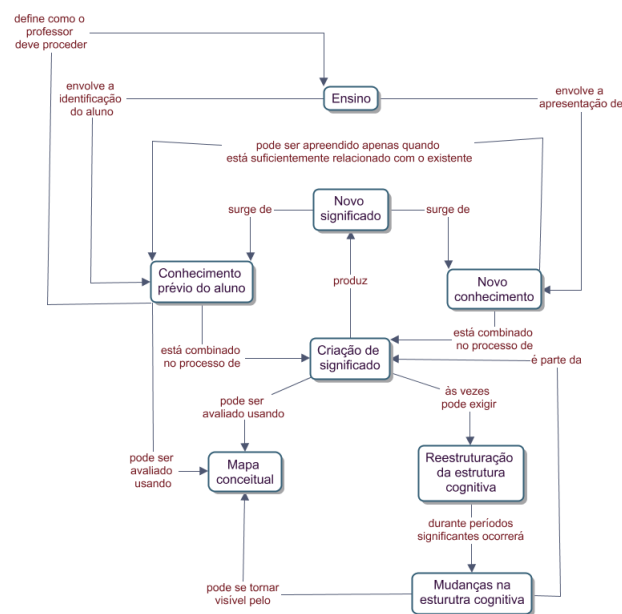


Figura 3.1 Um modelo de prática docente.

Fonte: Traduzido de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008).

Este modelo destaca a importância do uso dos mapas conceituais como ferramenta pedagógica para representar a estrutura cognitiva do aprendiz, o que permite acompanhar a construção do seu conhecimento através das mudanças conceituais que são identificadas através do processo de construção dos mapas.

3.2 MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Um mapa conceitual representa uma abstração da estrutura cognitiva de um indivíduo, e das mudanças que nela ocorrem. Ele contém representações hierárquicas de conceitos e proposições. *Conceitos* são representações de objetos, eventos, situações ou propriedades, designadas por um rótulo (AUSUBEL, 2003). Uma proposição é uma relação ou associação entre dois conceitos rotulada por uma frase de ligação, ou seja, *conceito-relação-conceito*. Segundo Novak e Gowin (1984) uma proposição é a menor unidade

que constitui o conhecimento. Do ponto de vista do significado, uma proposição é uma declaração sobre um fato, objeto ou ideia, e sua frase de ligação é uma instância de uma determinada dimensão semântica segundo a qual os conceitos se relacionam (ROCHA; JUNIOR; FAVERO, 2005). Uma proposição pode ser representada da seguinte forma:

Proposição = conceito + palavra de ligação (relação) + conceito

A Figura 3.2 mostra um mapa conceitual para o ensino de variáveis estatísticas. Uma de suas proposições é:

<Variáveis Estatísticas *classificam-se em* Quantitativa>

Neste caso, <Variáveis estatísticas> e <Quantitativa> são conceitos e a expressão <*classificam-se em*> é a palavra de ligação que rotula a proposição.

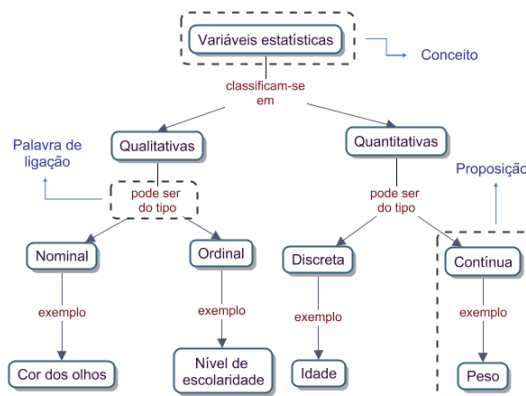


Figura 3.2 Um exemplo de mapa conceitual para o ensino de variáveis estatísticas.

Fonte: Adaptado de Ishikawa et al. (2015).

Mapas conceituais (NOVAK, 1998; NOVAK; CANAS, 2006) tem sido usados como uma ferramenta para apoiar a representação do conhecimento, possibilitando uma organização e estruturação desse conhecimento sobre um determinado assunto em particular. Canas et al. (2003) apresenta uma série de estudos sobre a eficácia do mapeamento conceitual como uma ferramenta de aprendizagem. Em sua análise o autor conclui que não há dúvida que os mapas conceituais podem melhorar a aprendizagem. Um outro trabalho que faz uma análise similar sobre a eficácia dos mapas conceituais é do Horton et al. (1993), intitulado *An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool*.

Segundo Canas et al. (2003), um dos objetivos fundamentais para o uso de mapas conceituais é promover aprendizagem significativa. De acordo com Novak e Canas (2006), um mapa conceitual representa uma parte da estrutura cognitiva de um indivíduo, revelando sua compreensão de uma área de conhecimento específica. Esta estrutura cognitiva, tal como é mantida pelo aprendiz, é também referida como *estrutura de conhecimento*. Para Rocha e Favero (2004), um mapa conceitual é construído pela aplicação continuada da

diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. A construção passo-a-passo de um mapa conceitual e a sequência de mapas conceituais construídos por um estudante podem ilustrar a evolução do entendimento dele sobre um determinado tópico.

Kinchin e Hay (2000) ressaltam ainda que a atividade de mapeamento pode ajudar no processo da aprendizagem significativa, revelando associações entre conceitos que não haviam sido reconhecidas anteriormente. Esse fato é ilustrado pela afirmação de Novak e Gowin de que:

Os estudantes e os professores fazem notar frequentemente, durante a elaboração de mapas conceituais que reconhecem novas relações e portanto novos significados (ou pelo menos significados que eles não possuíam conscientemente antes de elaborarem o mapa). (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 33).

3.2.1 Tipos de Mapas Conceituais

Existem vários tipos de mapas conceituais. Essa variedade se deve ao fato do mapa conceitual ser uma construção pessoal de cada aprendiz. Porém, é possível identificar os tipos principais de mapas conceituais encontrados na literatura. Esta identificação é importante tendo em vista que um determinado tipo pode atender melhor a um fim que outro (MORAES; SANTANA; BARBOSA, 2011). No trabalho de Tavares (2007) são apresentados 4 tipos de mapas conceituais, suas vantagens e desvantagens. São eles:

- Mapa conceitual do tipo Teia de Aranha (Figura 3.3(a));
 - **Vantagem:** Fácil de estruturar;
 - **Desvantagem:** Dificuldade em mostrar as relações entre os conceitos.
- Mapa conceitual do tipo Fluxograma (Figura 3.3(b));
 - **Vantagem:** Fácil de ler, as informações estão organizadas de uma maneira lógica e sequencial;
 - **Desvantagem:** Construído para explicitar um processo, sem a preocupação de explicar determinado tema.
- Mapa conceitual do tipo Sistema: entrada e saída (Figura 3.3(c));
 - **Vantagem:** Apresenta várias relações entre os conceitos;
 - **Desvantagem:** Algumas vezes é difícil de se ler devido ao grande número de relações entre os conceitos. É adequado para explicar processos que impliquem em entrada e saída.
- Mapa conceitual do tipo Hierárquico (Figura 3.3(d)).
 - **Vantagem:** Os conceitos mais inclusivos estão explícitos; os conceitos menos inclusivos estão inter-relacionados. Estrutura o conhecimento de forma mais adequada à compreensão humana, considerando em posição de destaque os conceitos mais inclusivos;

- **Desvantagem:** É mais difícil para o aprendiz externalizar a sua estrutura cognitiva sobre o assunto abordado. A sua construção sempre representa um desafio, visto que explicita a profundidade do conhecimento sobre o tema.

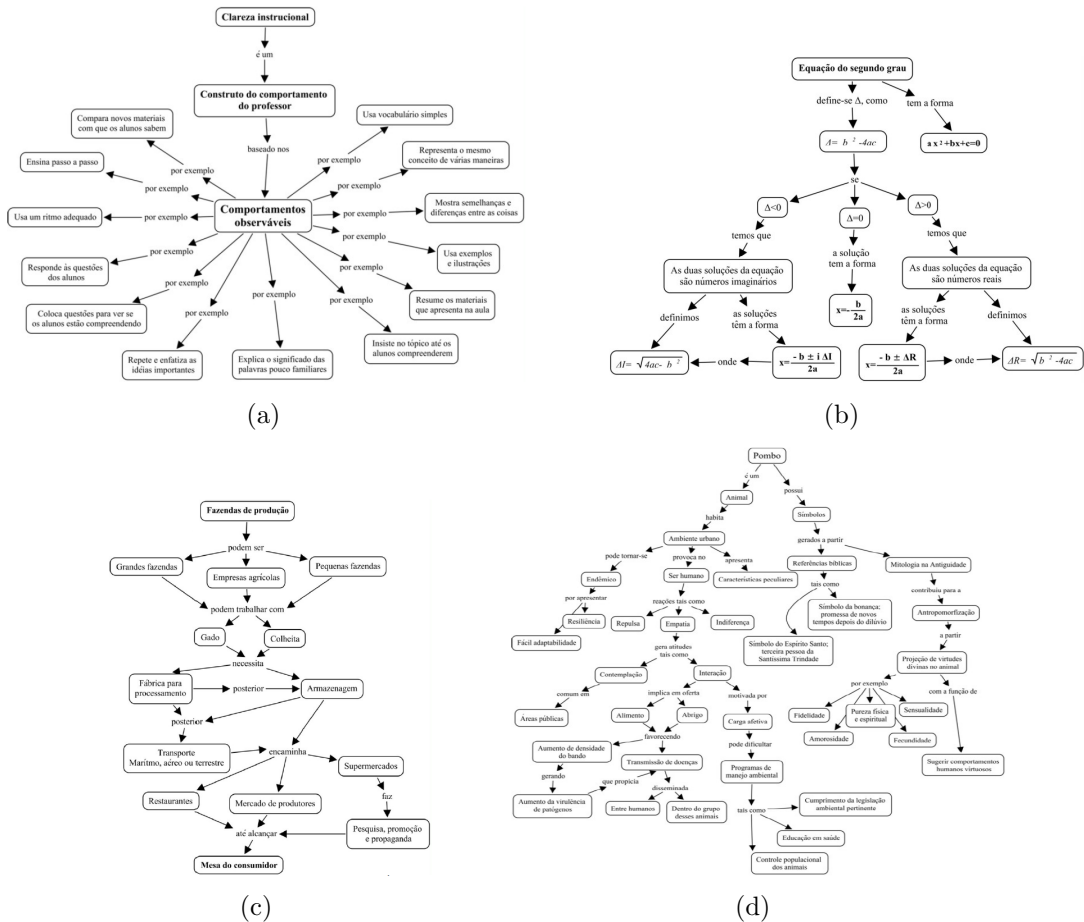


Figura 3.3 Os principais tipos de mapas conceituais encontrados na literatura.

Fonte: Retirado de Tavares (2007).

Para Tavares (2007), o único tipo de mapa que explicitamente utiliza a teoria cognitiva em sua elaboração é o mapa do tipo hierárquico, proposto por Novak. Este tipo de mapa conceitual representa, de forma explícita, a teoria estudada neste trabalho - a *Teoria da Aprendizagem Significativa*. Assim, nesta tese, usaremos o tipo *hierárquico* para o mapeamento conceitual.

3.2.2 Construção de Mapas Conceituais

A construção de mapas conceituais hierárquicos envolve uma série de passos que devem ser seguidos para alcançar o objetivo proposto por Novak e Gowin (1984). Canas et al. (2003) apresenta alguns passos importantes para a construção de mapas conceituais, são eles:

1. Definir um tópico ou uma questão de foco. Mapas conceituais que tentam responder mais de uma pergunta podem se tornar difíceis de gerenciar e ler;
2. Após a definição do tópico principal, o próximo passo é identificar e listar os conceitos mais importantes ou gerais associados a esse tópico;
3. Em seguida, esses conceitos são ordenados em uma estrutura *top-down* (de cima para baixo), indo da *raiz* (do conceito mais geral e inclusivo) às *folhas* (aos conceitos mais específicos), sendo uma ação que promove a representação explícita de relações de subsunção (ou seja, um arranjo hierárquico);
4. Uma vez que os principais conceitos tenham sido identificados e ordenados, as ligações são adicionadas para formar um mapa conceitual preliminar;
5. Frases de ligação são adicionadas para descrever as relações entre os conceitos;
6. Após a construção do mapa conceitual preliminar, o próximo passo é procurar por relações cruzadas, que ligam conceitos que estão em diferentes áreas ou subdomínios no mapa.
7. Finalmente, o mapa é revisado e quaisquer alterações necessárias na estrutura ou no conteúdo podem ser feitas.

Para Canas et al. (2003), esse processo contém descrições de atividades que normalmente ocorrem na construção do mapeamento conceitual. Eles salientam ainda ser raro que tal processo se desenvolva de maneira sequencial, como apresentado anteriormente. Frequentemente, mapas conceituais são construídos sem uma elaboração prévia, simplesmente criando conceitos e vinculando-os. O autor conclui que como na condução da maioria dos processos do nosso dia-a-dia, um pensamento inicial e sistemático pode promover melhores resultados na construção do mapa conceitual.

3.2.3 Construções Conceituais

Nesta seção, discutimos três importantes componentes dos mapas conceituais: as ramificações, as ligações cruzadas e as palavras de ligação.

- **Ramificações.** Nos mapas conceituais, um importante componente são as ramificações construídas pelo aprendiz. Estas, representam o processo cognitivo da diferenciação progressiva da teoria de Ausubel. Assim, a cada novo conceito relacionado a um subsunção subordinante, temos uma nova ramificação no mapa, possibilitando uma melhor interpretação daquele conceito já estabelecido na estrutura cognitiva do aprendiz. Este é um momento em que um conceito existente se torna mais elaborado, novas relações são estabelecidas como também novas possibilidades de compreensão são construídas.

Exemplo 3.1: Seja a Figura 3.2. Considerando que o conceito *qualitativa* é ramificado em duas proposições:

- <Qualitativas *pode ser do tipo* Nominal> [Ramificação 1]
 <Qualitativas *pode ser do tipo* Ordinal> [Ramificação 2]

temos com isso, que o conceito subordinante *qualitativa* se tornou mais elaborado e especificado pelos dois conceitos relacionados, gerando assim, ramificações no mapa conceitual.

- **Ligações Cruzadas.** Também importante e característico dos mapas conceituais é a inclusão de *ligações cruzadas*. Estas, representam o processo cognitivo da reconciliação integrativa da teoria de Ausubel. Estes estabelecem relações explícitas entre conceitos em diferentes regiões ou domínios dentro do mapa. As ligações cruzadas mostram como um conceito em um domínio de conhecimento representado no mapa está relacionado a um conceito em outro domínio no mapa. A Figura 3.4 mostra um esquema geral de hierarquia conceitual em que o *conceito C2* está cruzado com o *conceito C5* por meio da *relação r6*.

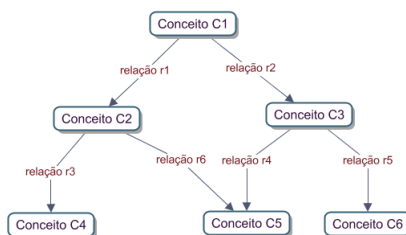


Figura 3.4 Esquema de uma hierarquia conceitual com ligação cruzada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Novak e Canas (2006), existem duas características dos mapas conceituais que são importantes para facilitar o pensamento criativo:

- 1) A estrutura hierárquica representada em um bom mapa;
- 2) A capacidade de construir e caracterizar novas ligações cruzadas.

Apresentaremos no Exemplo 3.2 dois casos de ligações cruzadas.

Exemplo 3.2: A Figura 3.5 apresenta duas proposições com ligações cruzadas:

- <Duração do dia *é mais curta* no Inverno>
 <Ângulo do sol sobre o horizonte *é maior* no Verão>

Segundo Novak e Gowin (1984), Pena (2005), Moreira (2010), Canas et al. (2003), as ligações cruzadas evidenciam saltos criativos por parte do aprendiz na construção do novo conhecimento e, por isso, deve-se prestar uma atenção especial para as identificar e reconhecer. Novak e Canas (2006) afirmam que existem duas características importantes para facilitar o pensamento criativo, que são:

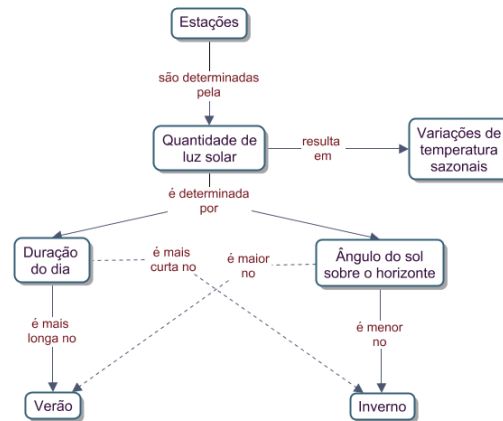


Figura 3.5 Um mapa conceitual sobre as *estações do ano*.

Fonte: Retirado e adaptado de Novak e Canas (2010).

- (i) a estrutura hierárquica representada em um mapa conceitual e;
- (ii) a capacidade em buscar e criar novas ligações cruzadas.

- **Palavras de Ligação.** As palavras de ligação nos mapas conceituais tem um papel muito importante na identificação da construção das relações entre conceitos, uma vez que dois conceitos podem estar ligados por diferentes palavras de ligação que possuem o mesmo significado. Ou seja, difere na sua sintaxe mas possuem a mesma semântica. A Figura 3.6, ilustra um exemplo da importância das palavras de ligação num mapa conceitual.

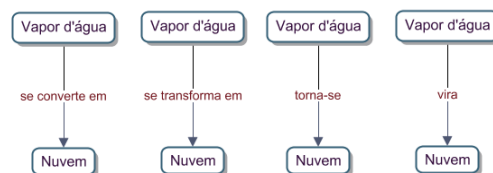


Figura 3.6 Importância das palavras de ligação em mapas conceituais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na referida figura podemos perceber como quatro tipos de palavras de ligação poderiam ser utilizadas por um aluno para descrever que a água pode passar do estado líquido para o estado sólido. Neste sentido, é preciso buscar formas de representar um mapa conceitual em uma estrutura formal, para que seja possível armazenar possíveis ocorrências das palavras de ligação e conceitos. No framework proposto no Capítulo 7 utilizaremos ontologias de domínio capazes de fornecer subsídio para essa situação.

Para minimizar a variação de frases que tenham o mesmo sentido, é indicado o uso de uma gramática para padronização da sintaxe das proposições a serem representadas no

mapa conceitual. Por exemplo, utilizar verbos apenas no infinitivo, não utilizar palavras no plural, mas sempre no singular como também outros aspectos que o professor avaliador considerar relevante.

3.3 MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

A representação da estrutura cognitiva em mapas conceituais substancia o uso destes como uma ferramenta alternativa para avaliação do conhecimento em relação a diferentes formas de avaliações, sendo eficazes na identificação de ideias válidas e inválidas construídas pelos aprendizes (NOVAK; GOWIN, 1984; NOVAK, 1998). Existem motivos, apontados por Grundspenkis (2008a), pelos quais a avaliação do conhecimento (ou da aprendizagem) pode ser baseada em mapas conceituais, dentre eles podemos citar: (i) o uso de atividades por meio de mapas conceituais, como uma forma para a avaliação, permite analisar a estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a sua estruturação de conhecimento; (ii) os mapas conceituais podem ser usados para representar as atividades de avaliação do conhecimento de um aprendiz no decorrer de um curso, em que os assuntos sejam divididos em tópicos.

3.3.1 Atividades em um Mapa Conceitual para Avaliação do Conhecimento

Dentre as atividades relacionadas a um mapa conceitual para uma avaliação de conhecimento, dois grupos se destacam, são eles (ANOHINA-NAUMECA; GRUNDSPENKIS; STRAUTMANE, 2011):

- *Preencher o mapa conceitual* em que a estrutura do mapa é dada e o estudante deve preenchê-la usando o conjunto de conceitos ou frases de ligação fornecidos;
- *Construir o mapa conceitual* em que o aluno deve decidir sobre a estrutura de um mapa conceitual e seu conteúdo, ou seja, construí-lo a partir dos seus conhecimentos.

A técnica de *preencher o mapa* fornece aos alunos um mapa conceitual na qual alguns dos conceitos ou palavras de ligação são omitidas e o aprendiz deve preencher os nós conceituais ou as relações que estão em branco. Ruiz-Primo et al. (1999) apresentam argumentos a favor e contra para esse tipo de técnica: *a favor*: fornece uma maior facilidade de avaliação tanto qualitativa quanto quantitativa do mapa; *contra*: impõe uma estrutura de conhecimento ao aprendiz. Eles afirmam ainda que, à medida que o conhecimento dos aprendizes aumenta, a estrutura de seus mapas deve refletir cada vez mais a estrutura do domínio como representado pelos especialistas, e salientam que, quando se impõe uma estrutura sobre as relações entre os conceitos, é difícil saber se tal estrutura de conhecimento do aprendiz está se tornando cada vez mais semelhante à do especialista. A representação da estrutura, no entanto, não é a única questão a se considerar. Normalmente, na tarefa de preencher um mapa, o especialista pode fornecer palavras de ligação na estrutura do mapa e o aprendiz deve selecionar conceitos de uma lista de conceitos. Portanto, há menos evidências reunidas sobre o entendimento dos aprendizes sobre o tema abordado.

Neste mesmo contexto, quando estamos interessados em avaliar mapas conceituais por meio das categorias-chaves, os mesmos problemas podem ser também encontrados para apontar indícios de uma aprendizagem significativa. Dois tipos de problemas podem ser encontrados quando o professor fornece a estrutura do mapa assim como os conceitos e as palavras de ligação: (i) há menos evidência sobre como o aprendiz organiza os conceitos em sua estrutura cognitiva, dificultando uma análise mais aprofundada sobre o nível de subsunção entre o conceito subordinado e subordinante; (ii) inviabilizar a avaliação da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, pois estas categorias-chave fazem parte da idiosincrasia no processo de construção do mapa de cada aprendiz. No entanto, podemos apenas estar interessados em avaliar como os alunos diferenciam e reconciliam os conceitos dentro de um contexto controlado e estruturado. Então podemos, em uma certa medida restritiva, avaliar certos graus de conhecimento de uma aprendizagem significativa.

A técnica de *construir um mapa* pode variar de acordo com a quantidade de informações fornecidas pelo especialista. O especialista pode fornecer os conceitos ou palavras de ligação ou pode pedir aos aprendizes para construir um mapa sem fornecer informação alguma. Um dos problemas que se pode destacar ao fornecer conceitos e palavras de ligação, está no processo de avaliar as categorias-chave com menor evidências sobre indícios de uma aprendizagem significativa, pois a lista de conceitos e palavras de ligação podem, em uma certa medida, induzir o aprendiz na construção de proposições em seu mapa conceitual. Não fornecer uma lista de conceitos ou palavras de ligação faz com que o aprendiz seja livre para construir seu mapa segundo a sua estrutura cognitiva.

A ampla variedade de diferentes tarefas de preenchimento e construção de mapas conceituais permite oferecer atividades com grau de dificuldade que corresponde ao nível de conhecimento atual de cada aluno individualmente (GRUNDSPENKIS; STRAUTMANE, 2018). A Figura 3.7 ilustra o grau de direcionalidade que podem ser usados para executar diferentes técnicas de mapeamento.

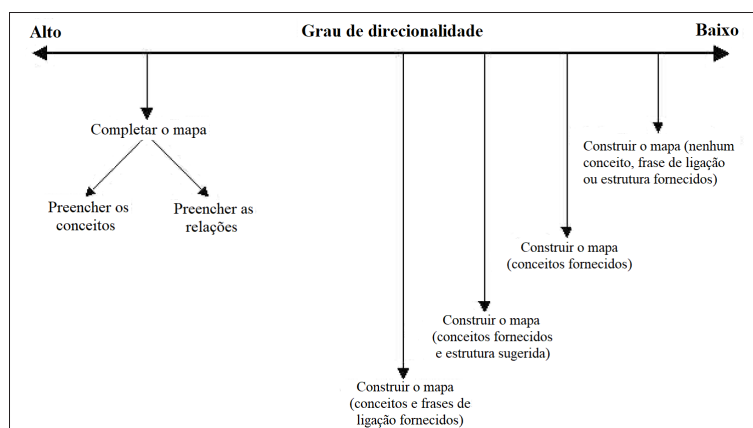


Figura 3.7 Grau de direcionamento nas tarefas de avaliação de mapas conceituais.

Fonte: Traduzido de Ruiz-Primo (2004).

Quando almejamos definir uma atividade baseada em mapas conceituais, é fundamen-

tal determinar qual o grau de direcionalidade nas tarefas de avaliação para estabelecer o seu grau de dificuldade. Por exemplo, se o grau de direcionalidade da atividade fornecida pelo professor for alto (como ilustra a Figura 3.7) muito provavelmente uma avaliação terá um grau de dificuldade baixo. Do mesmo modo se o grau de direcionalidade for baixo, uma avaliação terá um grau de dificuldade alto. Ou seja, conforme o aprendiz aprende sobre um determinado tópico e o seu nível de conhecimento atual vai ficando mais ampliado, o professor pode, no processo de construção do conhecimento do aprendiz, direcionar a atividade para o extremo direito da Figura 3.7 (grau de direcionamento baixo), na qual o aprendiz é livre para decidir quais e quantos conceitos incluir no mapa, quais conceitos estão relacionados e a semântica das palavras para representar a relação, tendo assim, um maior grau de dificuldade na avaliação da aprendizagem. É claro que o tipo de avaliação que está no extremo esquerdo da Figura 3.7 é necessário e importante quando o aprendiz tem pouco conhecimento sobre o tema abordado, pois permite oferecer atividades com um certo grau de dificuldade que corresponde ao seu nível de conhecimento. No entanto, a medida em que o aprendiz amplia seu conhecimento é fundamental desenvolver atividades que forneça pouca ou nenhuma informação para a realização da tarefa. Neste sentido, determinar a atividade e o processo de mapeamento pelo professor é importante para determinar níveis de aprendizagem do aprendiz.

Certamente, as estruturas cognitivas do aluno e do professor (especialista) podem ser diferentes e, dado os mesmos conceitos, estes podem desenhar inúmeros mapas conceituais diferentes. Um ponto importante a ser destacado nesse processo da avaliação de ensino-aprendizagem é ter a possibilidade de aumentar o conhecimento do especialista uma vez que os alunos podem prever tipos de mapas conceituais não previstos pelo professor.

3.3.2 Avaliação de Aprendizagem

Novak (1998) e Jarvis (1992) definem aprendizagem como mudança. Sendo que, a mudança do conhecimento é uma consequência da integração de um novo material com a estrutura de conhecimento prévio do aprendiz. Assim, Jarvis (1992) argumenta que a aprendizagem é definida como uma mudança pessoal, portanto, se o aprendiz altera o seu estado atual de conhecimento por uma experiência, ele aprendeu com ela. Por outro lado, a ausência de mudança é indicativo de não aprendizagem. Neste contexto, consideramos aprendizagem como qualquer mudança que ocorra na estrutura cognitiva do indivíduo e a ausência de mudança como não aprendizagem. De forma resumida, temos as seguintes definições:

- a aprendizagem é qualquer mudança na estrutura cognitiva;
- ausência de mudança na estrutura cognitiva é não aprendizagem;
- a mudança, que ocorre na estrutura cognitiva, deve ser qualificada e, de alguma forma, medida.

Ausubel (2003) descreve as mudanças conceituais que ocorrem na estrutura cognitiva de um indivíduo dentro de um *continuum*, que se dá entre a aprendizagem mecânica e

a significativa. Hay (2007) sugere que a aprendizagem mecânica pode ser distinguida da aprendizagem significativa por meio de medidas de integração entre o conhecimento recém-adquirido e o conhecimento anterior (conhecimento prévio). Neste sentido, a aprendizagem mecânica pode ser observada quando um novo material é adicionado à estrutura cognitiva superficialmente sem integração com os conhecimentos especificamente relevantes (subsunoçores) já existentes, sendo que a aprendizagem significativa ocorre quando o material novo e o antigo são relacionados para criar novos significados.

A abordagem utilizada neste trabalho para avaliar a qualidade das mudanças cognitivas segue as definições do trabalho de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008), e são sumarizadas na Figura 3.8.

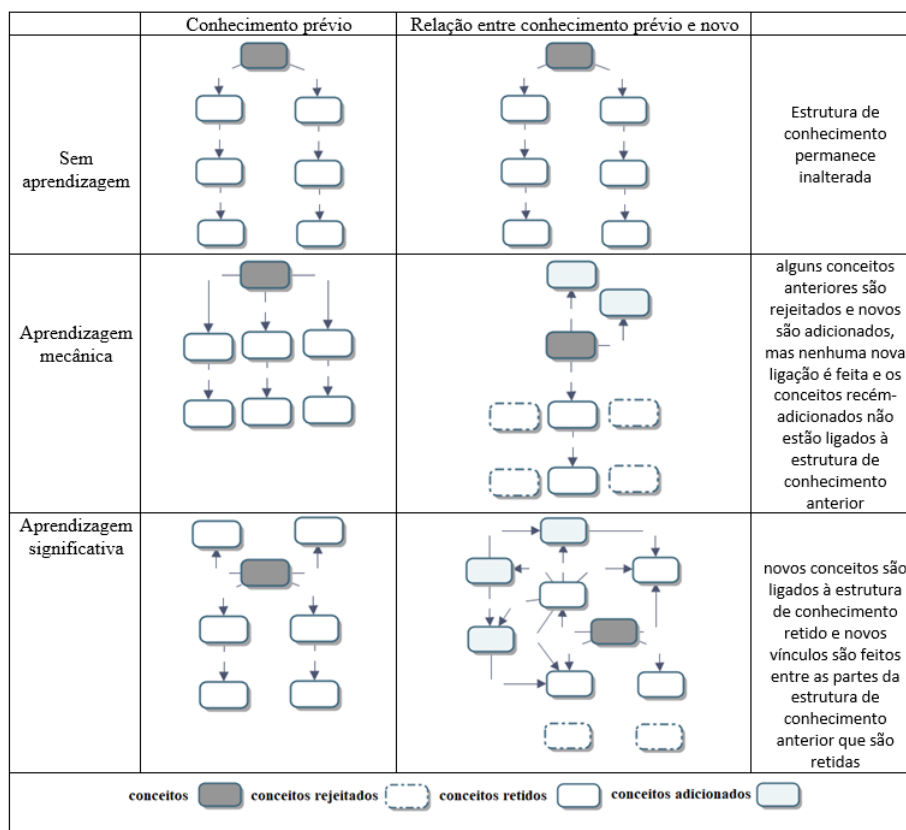


Figura 3.8 Abordagem utilizada avaliar as mudanças cognitivas.

Fonte: Traduzido e adaptado de Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008).

Para a construção de um modelo de avaliação de mapas conceituais, alguns critérios devem ser utilizados para distinguir entre aprendizagem significativa, mecânica e não-aprendizagem. Neste contexto, podem ser utilizados dois mapas conceituais: o primeiro mapa apresenta os conhecimentos prévios do aluno e o segundo mapa apresenta os conhecimentos recém-adquiridos. Os critérios propostos por Hay (2007), Hay et al. (2008) para identificar uma aprendizagem significativa são:

- o segundo mapa deve mostrar os conceitos recém-aprendidos (que não estavam armazenados no primeiro) e as concepções originais (anteriores);
- o segundo mapa deve mostrar que o novo conhecimento foi relacionado ao conhecimento prévio de maneira que tenha significado (ou seja, que as relações tenham valor semântico válido);
- o segundo mapa deve mostrar o surgimento de novas relações válidas na estrutura de conhecimento já existente;
- o segundo mapa deve mostrar o surgimento de novas relações inválidas na estrutura de conhecimento do aprendiz.

A aprendizagem mecânica é definida pelo não cumprimento desses critérios nos casos em que ainda haja mudanças no mapa conceitual (substituição de conceitos antigos por novos ou a simples adição de novos conceitos). Assim, os critérios para aprendizagem mecânica proposto por Hay (2007), Hay et al. (2008) são:

- o segundo mapa deve apresentar a adição de conceitos recém aprendidos (aqueles que não estavam no primeiro mapa);
- os conceitos recém-aprendidos não estão relacionados aos conceitos pertencentes no primeiro mapa (conhecimento prévio) e há ausência de novas relações entre conceitos que são persistentes do primeiro para o segundo mapa;
- o segundo mapa deve mostrar o surgimento de novas relações inválidas na estrutura de conhecimento do aprendiz.

A não aprendizagem é estabelecida pela falta de mudança na estrutura de conhecimento, seja pela não adição de novos conceitos ou pela falta de evidências de reorganização da estrutura conceitual de um mapa para o outro pela incorporação de novas relações. Jarvis (1993) considera os seguintes critérios para caracterizar a não aprendizagem:

- a ausência de conceitos recém-introduzidos no segundo mapa;
- ausência de novas relações na estrutura do conhecimento anterior existente (conhecimento prévio);
- a continuidade apenas do conhecimento prévio do primeiro para o segundo mapa.

Ainda, no trabalho de Hay et al. (2008), para medir a qualidade da aprendizagem além das definições de não aprendizagem, aprendizagem mecânica e significativa, também é considerada a comparação das estruturas dos mapas antes e depois da aprendizagem para detectar mudanças estruturais. Três tipos de padrões de estruturas podem ser representados em um mapa, denominados por *spoken*, *chain* e *network*². Esses padrões são usados para avaliar e classificar o tipo de aprendizagem comparando as estruturas de conhecimento dos aprendizes antes e depois do ensino. Os autores utilizam também os seguintes critérios para pontuar o mapa:

²Ver Hay et al. (2008) para uma descrição detalhada sobre os tipos de estruturas utilizadas.

- riqueza conceitual (a riqueza e relevância das ideias usadas para descrever o tópico);
- ligação e qualidade da ligação (a riqueza e adequação do conceito de ligação);
- evidências de compreensão (o grau em que as proposições descrevem a compreensão);
- hierarquia e estrutura (a complexidade e validade da representação estrutural do conhecimento).

Entendemos que estes tipos de critérios são importantes para uma avaliação de mapas que é feita manualmente por um avaliador, como é o caso dos trabalhos de Hay (2007), Hay et al. (2008). Porém, consideramos subjetivos quando almejamos por uma avaliação de mapas conceituais que identifique automaticamente indícios de aprendizagem.

“Ever tried. Ever failed. No matter. Try Again. Fail again. Fail better.”

(Samuel Beckett)

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Um mapeamento sistemático pode ser realizado para uma variedade de finalidades, como fornecer um arcabouço teórico para pesquisas subsequentes, através de (OKOLI; SCHABRAM, 2010):

- compreender a abrangência da pesquisa em um determinado tema de interesse e;
- responder a perguntas práticas ao entender o que as pesquisas existentes tem a dizer sobre o assunto de interesse.

Dessa forma, um mapeamento da literatura, de acordo com a definição de Fink (2005), deve ser *conduzido* de forma sistemática por meio de uma abordagem metodológica, *explícito* em esclarecer os procedimentos pelos quais foi conduzida, *abrangente* no seu alcance para incluir todo o material relevante e, portanto, *reproduzível* por outros que seguirem a mesma abordagem na revisão do conteúdo. O mapeamento sistemático é uma abordagem rigorosa para a realização de uma revisão de literatura, que aqui, nos referimos como *Mapemamento Sistemático da Literatura (MSL)*. Neste estudo, o MSL tem como objetivo identificar soluções utilizadas para a avaliação da aprendizagem por meio do mapeamento conceitual e foi seguido pelas diretrizes de Kitchenham e Charters (2007)

4.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Foram encontrados três trabalhos correlatos, ou seja, revisões bibliográficas sobre técnicas, ferramentas e tipos de tarefas adotados para analisar mapas conceituais, a saber: Strautmane (2012), Naumeca e Grundspenkis (2009), Canas et al. (2003).

Em Strautmane (2012), o autor apresenta uma revisão de literatura sobre os tipos de tarefas mais frequentemente empregados na construção de mapas conceituais aplicados

na avaliação da aprendizagem, bem como dos critérios utilizados para analisá-los. Estes critérios são aqueles propostos por Novak e Gowin (1984).

No trabalho de Naumeca e Grundspenkis (2009), os autores apresentam um resumo e classificação dos sistemas de pontuação propostos para avaliar mapas conceituais, presentes na literatura. O foco do artigo é mapear os sistemas de pontuação utilizados para uma avaliação automatizada baseada em mapas conceituais.

Por sua vez, em Canas et al. (2003), os autores apresentam uma revisão da literatura sobre as áreas de aplicação (*i.e.*, educação, comercial e governamental), as técnicas e as ferramentas utilizadas para apoiar a aprendizagem por mapas conceituais. No entanto, esse trabalho não tem foco nos aspectos computacionais, tampouco na avaliação da aprendizagem.

Apesar desses trabalhos apresentarem revisões de literatura sobre técnicas para analisar mapas conceituais estes não seguiram um protocolo de mapeamento sistemático de literatura como o nosso. Neste contexto, apresentamos como principal contribuição deste estudo em relação aos citados anteriormente a busca de trabalhos que abordam métodos e técnicas que possam analisar mapas conceituais de forma qualitativa como quantitativa.

4.2 METODOLOGIA DO MAPEAMENTO

Este mapeamento teve como objetivo identificar métodos e técnicas utilizados para avaliação da aprendizagem por meio do mapeamento conceitual. Para isso, nos baseamos nas diretrizes propostas por Kitchenham e Charters (2007). Em conformidade com essas diretrizes são apresentados a seguir os principais pontos metodológicos deste mapeamento, a saber: questão de pesquisa (Seção 4.2.1), estratégia de busca e seleção, critérios de inclusão e exclusão e seleção e classificação.

4.2.1 Questão de Pesquisa e Hipótese

A Tabela 4.1 apresenta a estrutura P.I.C.O.C.¹ para definir a questão de pesquisa, conforme descrito em Petticrew e Roberts (2006):

Tabela 4.1 Critério P.I.C.O.C. estruturado para fundamentar a questão de pesquisa.

População	conjunto de artigos em bases específicas sobre avaliação da aprendizagem por mapas conceituais.
Intervenção	soluções, práticas utilizadas para avaliar a aprendizagem por intermédio de mapas conceituais.
Comparação	não se aplica.
Resultado	uma abordagem utilizada para avaliar a aprendizagem por meio de mapas conceituais e lacunas de pesquisa na área.
Contexto	avaliação da aprendizagem por mapas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Questão de Pesquisa: Quais soluções computacionais foram desenvolvidas para avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais?

¹P.I.C.O.C. do inglês: *Population, Intervention, Comparison, Outcome* e *Context*.

- *Rationale*: a questão de pesquisa foi definida com o propósito de identificar estudos que apresentassem soluções computacionais para avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais.
- *Hipótese*: existem estudos que apresentem soluções computacionais para avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais.
- *Hipótese negativa*: não há estudos que apresentem soluções computacionais para avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais.

4.2.2 Estratégia de Busca e Seleção

A estratégia de busca e a seleção dos artigos foram definidas a partir:

- **Bases de dados:**
 - Compendex Engineering Index;
 - Web of Science;
 - IEEE Xplore Digital Library;
 - ACM Digital Library;
 - Portal de Publicações da CEIE.
- **Termos da busca:**
 - *evaluation*;
 - *assessment*;
 - *concept maps*;
 - *concept mapping*.

Nossa pesquisa incluiu trabalhos escritos em inglês e em português. Neste sentido, os Quadros 4.1 e 4.2 apresentam a *string base* em inglês e em português utilizadas para buscar os trabalhos nas bases de dados:

(“concept maps” or “conceptual mapping”) and (assessment or evaluation)

Quadro 4.1: *string base* em inglês.

(“mapas conceituais” or “mapeamento conceitual”) and (avaliação)
--

Quadro 4.2: *string base* em português.

4.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Estabelecemos um conjunto de critérios de inclusão e exclusão para avaliar cada trabalho, os quais foram especificados com base na questão de pesquisa para garantir que trabalhos relacionados ao contexto deste mapeamento fossem selecionados como estudos primários.

- Critérios de Inclusão (CI):
 - *CI1*. Estudo cujo objeto de pesquisa esteja relacionado à avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais;
 - *CI2*. Estudo que apresente solução(ões) computacional(ais) utilizada(as) para avaliação da aprendizagem por meio do mapeamento conceitual.
- Critérios de Exclusão (CE):
 - *CE1*. Artigo duplicado.
 - *CE2*. Artigo considerado de literatura cinza².
 - *CE3*. Artigo com menos de cinco páginas (*short paper*).
 - *CE4*. Estudo secundário (revisão e mapeamento de literatura).
 - *CE5*. Artigo indisponível (de acesso restrito ou não encontrado).
 - *CE6*. Artigo com insuficiência de conteúdo para os objetivos deste mapeamento.
 - *CE7*. Artigo escrito em idioma diferente do Inglês ou Português.

4.2.4 Seleção e Classificação

As buscas nas bases de dados retornaram um total de 890 trabalhos (considerando os artigos duplicados). A Figura 4.1 apresenta a quantidade de trabalhos encontrados em cada base, apresentando o percentual em relação ao total. Após excluir os artigos duplicados, ficaram 735 trabalhos. Dando-se início as subetapas da execução do mapeamento (primeiro filtro).

Dividimos a seleção e classificação em quatro etapas. Na etapa 1 os artigos foram buscados nas bases de dados em anais de conferências. Na etapa 2, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Como critério de seleção dos artigos, foram utilizados os metadados “título” e “resumo” de cada artigo. Para isso, utilizou-se o Mendeley³ como ferramenta de suporte. Estudos identificados como relevantes, foram selecionados para a etapa 3. Na etapa 3 realizou-se a leitura das seções de introdução e conclusão de todos os trabalhos aceitos na fase anterior. Os artigos, cuja leitura da introdução e da conclusão não foram suficientes para o julgamento de inclusão ao mapeamento, foram lidos na íntegra por meio das técnicas de leitura dinâmica, *skimming* e *scanning*, por não

²Foram considerados de literatura cinza: relatórios técnicos, artigos que não têm foco científico em seu conteúdo, como os editoriais, prefácios, discussões, resenhas e resumo de tutoriais.

³<https://www.mendeley.com/>

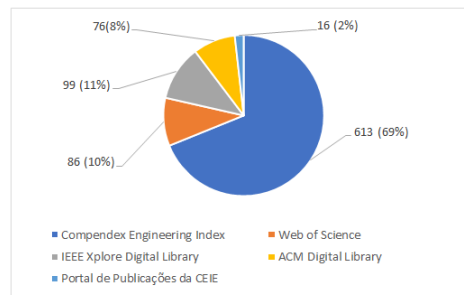


Figura 4.1 Quantidade de artigos encontrados em cada base.

Fonte: Elaborado pelo autor.

exigirem leitura precisa e detalhada do texto por completo. Com o objetivo de estabelecer uma classificação entre os artigos selecionados, considerando sua relevância para o alcance dos objetivos do mapeamento, foram aplicados os seguintes Critérios de Qualidade (CQ), como mostra a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Critérios utilizados para a avaliação da qualidade.

No.	Critério
CQ1.	A estrutura é adequada e de fácil compreensão?
CQ2.	Existe uma apresentação clara dos objetivos da pesquisa?
CQ3.	O problema de pesquisa é claramente definido?
CQ4.	A metodologia de pesquisa é claramente descrita?
CQ5.	Existe uma apresentação clara dos resultados?
CQ6.	As técnicas e métodos para avaliar a aprendizagem por mapas conceituais são descritos?
CQ7.	O processo para avaliar a aprendizagem por mapas conceituais é descrito?

Na etapa 4 obtivemos os artigos para leitura, análise e discussão. Nesta etapa, os trabalhos foram lidos na íntegra para obtenção dos dados que atendessem aos objetivos do mapeamento sistemático, considerando os critérios de qualidade definidos na Tabela 4.2. A Figura 4.2 apresenta o número de artigos encontrados nas buscas iniciais, depois de selecionados em cada subetapa da execução deste mapeamento.

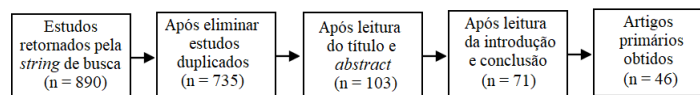


Figura 4.2 Quantidade de artigos selecionados na realização do mapeamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 4.3 apresenta a lista de artigos selecionados nesta revisão.

Tabela 4.3: Listagem dos artigos selecionados

ID	Título do artigo	Autor principal	Ano
01	Concept-based and Fuzzy Adaptive E-learning	Mesfer Duhayyim	2018
02	A Concept Map Based Intelligent System for Adaptive Knowledge Assessment	Alla Anohina	2007
03	Evaluating Students' Concept Maps in the Concept Map Based Intelligent Knowledge Assessment System	Alla Anohina	2009
04	The concept map-based assessment system: Functional capabilities, evolution, and experimental results	Alla Anohina	2011
05	Studying Possibilities to Use Several Experts' Maps in the Concept Map Based Knowledge Assessment System	Alla Anohina	2011
06	Development of the Scoring Mechanism for the Concept Map Based Intelligent Knowledge Assessment System	Alla Anohina	2010
07	Apoio Automatizado à Avaliação da Aprendizagem Utilizando Mapas Conceituais	Ana Marina Araújo	2003
08	Using concept mapping for assessment in physics	Lydia Austin	1995
09	Detecting synonyms in concept map as support for learning assessment	Ramon Azeredo	2017
10	Using Concept Maps as a Tool for Assessment and Continuous Improvement of a First-Year Course	Elise Barrella	2016
11	Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education	Mary Sacre	2004
12	Knowledge Evaluation Procedure Based on Concept Maps	Dumitru Burdescu	2007
13	Improving the Evaluation of Concept Maps: a Step-by-step Analysis	Carlos Calafate	2009
14	Uma Ferramenta de Avaliação Automática para Mapas Conceituais como Auxílio ao Ensino em Ambientes de Educação a Distância	Vanessa Caldas	2009
15	A New Assessment for Computer-based Concept Mapping	Kuo-En Chang	2005
16	Attributed Concept Maps: Fuzzy Integration and Fuzzy Matching	Sei-Wang Chen	2001
17	How to Use Ontologies in the Assessment of Meaningful Learning Mediated by Concept Maps	Francisco da Rocha	2005
18	Especificação de um Algoritmo Genético para Auxiliar na Avaliação da Aprendizagem Significativa com Mapas Conceituais	Francisco da Rocha	2004
19	Model of Measurement of Meaningful Learning in Distance Learning Environments	Vagner da Silva	2017
20	Avaliação de Aprendizagem Significativa Usando Mapas Conceituais num Ambiente Cooperativo	Marcos Cunha	2004
21	Uma Arquitetura Tecnológica Para Apoiar o Professor na Utilização de Mapas Conceituais em Sala de Aula	Wagner Gaspar	2018
22	Working With Compass: Analyzing and Evaluating Students' Concept Maps	Evangelia Gouli	2009
23	Evaluating Learner's Knowledge Level on Concept Mapping Tasks	Evangelia Gouli	2005
24	Algorithm of Concept Map Transformation to Ontology for Usage in Intelligent Knowledge Assessment System	Vita Graudina	2011
25	Towards the Formal Method for Evaluation of Concept Map Complexity from the Systems Viewpoint	Janis Grundspenkis	2016
26	Concept Maps as Knowledge Assessment Tool: Results of Practical Use of Intelligent Knowledge Assessment System	Janis Grundspenkis	2009
27	Development of Concept Map Based Adaptive Knowledge Assessment System	Janis Grundspenkis	2008
28	A Mathematical Evaluation for Measuring Correctness of Domain Ontologies Using Concept Maps	Rizwan Iqbal	2018

continua na próxima página

Tabela 4.3: Listagem dos artigos selecionados (continuação)

ID	Título do artigo	Autor principal	Ano
29	A Statistical Study of Concept Mapping Metrics	Kathryn Jablow	2013
30	An Automated Assessment of Students' Learning in e-Learning Using Concept Map and Ontology Mapping	Senthil Kumaran	2013
31	Concept Maps Similarity Measures for Educational Applications	Carla Limongelli	2016
32	Assessment Based on Linkage Patterns in Concept Maps	Chen-Chung Liu	2005
33	Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality	John McClure	1999
34	Concept maps in computer-assisted knowledge assessment	Juraj Petrović	2013
35	A Set of Guidelines for the Consistent Assessment of Concept Maps	Joanna de Franco	2014
36	Uma Abordagem Construtivista para Identificar o Conhecimento usando Mapa Conceitual	Patricia Rios	2017
37	Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment	Maria Ruiz-Primo	1996
38	Semantic Similarity algorithm for SOAQ assessment	Safa Ben Salem	2015
39	Increasing the Flexibility of Automated Concept Map Based Knowledge Assessment	Maija Strautmene	2014
40	Assessing Conceptual Knowledge Using Three Concept Map Scoring Methods	Mary Watson	2016
41	Concept Mapping Assessment in Medical Education: a Comparison of Two Scoring Systems	Daniel West	2002
42	Comparison of Two Concept-Mapping Techniques: Implications for Scoring, Interpretation, and Use	Yue Yin	2005
43	A comparative Analysis of Various Approaches for Automated Assessment of Descriptive Answers	Amarjeet Kaur	2017
44	Methods for Measuring Systems Thinking: Differences Between Student Self-assessment, Concept Map Scores, and Cortical Activation During Tasks About Sustainability	Mo Hu	2018
45	Evaluating Student Learning Using Concept Maps and Markov Chains	Varadraj Gurupur	2015
46	Artificial Intelligence-Based Student Learning Evaluation: A Concept Map-Based Approach for Analyzing a Student's Understanding of a Topic	Pankaj Jain	2014

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção resume os principais resultados encontrados neste estudo e discute a sua relevância para a área de Informática na Educação. Para responder nossa questão de pesquisa, primeiramente classificamos os trabalhos encontrados da seguinte forma: *especificação formal*, *comparação entre mapas*, *sistema de pontuação* e *uso de semântica*. A Seção 4.4 discute quais as soluções encontradas neste mapeamento.

- *Especificação formal*. Procuramos saber se o artigo faz algum mapeamento do mapa conceitual para alguma estrutura formal;
- *Comparação entre mapas*. Neste caso, estamos interessados em saber se a avaliação é feita por meio da comparação entre mapas, por exemplo, entre um mapa de referência e um mapa do aprendiz;

- *Sistema de pontuação.* Neste item, procuramos averiguar se na avaliação é utilizado algum sistema de pontuação;
- *Uso de semântica.* Aqui, pesquisamos se os trabalhos utilizam alguma forma de verificar o uso de sinônimos nos conceitos ou nas palavras de ligação.

A Figura 4.3 apresenta os dados tabulados referentes aos 46 artigos selecionados neste mapeamento. A partir do uso das características definidas para análise das abordagens, como descrito anteriormente, é possível uma compreensão mais aprofundada das pesquisas na área da avaliação da aprendizagem por mapas conceituais.

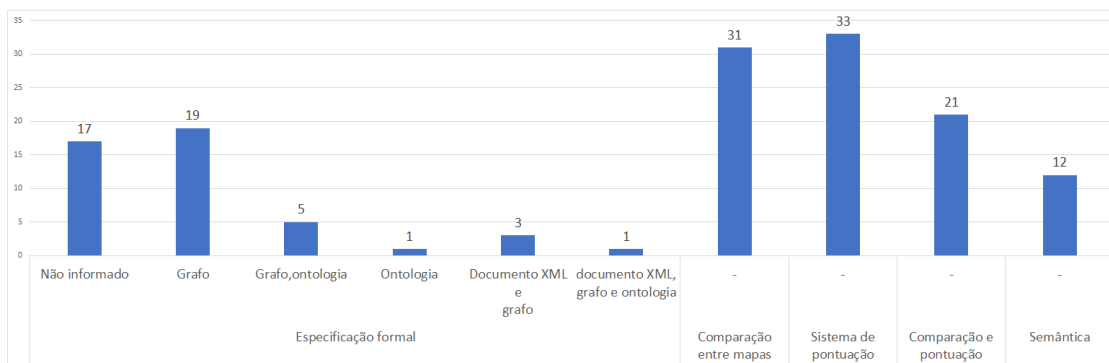


Figura 4.3 Tabulação dos dados referente aos trabalhos selecionados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 DISCUSSÃO

Este mapeamento sistemático teve por objetivo investigar soluções para avaliação da aprendizagem por mapas conceituais como forma de responder a questão de pesquisa definida na Seção 4.2.1. Neste sentido, este trabalho identificou um conjunto de soluções que são relevantes para realizar uma avaliação qualitativa (análise estrutural e semântica) e quantitativa (sistema de pontuação). Analisando os trabalhos deste mapeamento, foi possível encontrar algumas informações que envolveram a avaliação da aprendizagem por mapas conceituais, tais como:

- **Análise estrutural.** Podemos citar alguns trabalhos, como por exemplo, os trabalhos de Anohina e Grundspenkis (2007), Grundspenkis (2008a, 2009), que desenvolveram um sistema inteligente de avaliação de conhecimento, denominado de *Intelligent Knowledge Assessment System (IKAS)*, que definem padrões de comparação para determinar a correção de cada proposição no mapa do aprendiz em relação ao mapa de referência. Já os trabalhos de Jain et al. (2014), Gurupur, Jain e Rudraraju (2015) utilizam a técnica de *parser* XML como forma de realizar a avaliação de mapas conceituais;

- **Análise semântica.** Foram encontrados trabalhos que fazem avaliações levando em consideração não apenas os aspectos estruturais como também os semânticos. Podemos citar as pesquisas de Rocha et al. (2004), Rocha, Junior e Favero (2005), Limongelli et al. (2017) como exemplos de trabalhos que utilizam ontologias de domínio para auxiliar na automatização da avaliação da aprendizagem mediada por mapas conceituais e que considera a semântica das relações. O trabalho de Caldas e Favero (2009) utiliza um dicionário de sinônimos para representar os conceitos e as palavras de ligação.
- **Sistema de pontuação.** A estratégia mais usada em pesquisas para pontuar componentes de um mapa conceitual é o método de pontuação desenvolvido por Novak e Gowin (1984). Esse método também é usado como base para outros sistemas avaliativos quantitativos, como é o caso, por exemplo, dos trabalhos de Sacre et al. (2013), Jain et al. (2014), Watson et al. (2016). Alguns trabalhos utilizam medidas de similaridade entre mapas conceituais para calcular a similaridade entre os mapas como é o caso dos trabalhos de Chang et al. (2005), Chen, Lin e Chang (2001) que utiliza um método teórico, denominado de medida C, para quantificar a similaridade entre dois mapas conceituais e o trabalho de Iqbal et al. (2018) que utiliza uma técnica que combina duas medidas diferentes: índice de proximidade Acton, Johnson e Goldsmith (1991) e índice de similaridade Chang et al. (2005). Também foi encontrado um trabalho Duhayyim e Newbury (2018) que apresenta um sistema, denominado CaFAE⁴, que utiliza lógica *fuzzy* para avaliar e mostrar o nível de conhecimento do aluno para cada conceito do mapa em um domínio de conhecimento.

Este mapeamento ainda encontrou trabalhos que fazem uso das categorias-chave de Ausubel para realizar avaliação da aprendizagem significativa. Este é o caso de Watson et al. (2016) que faz uma análise quantitativa utilizando métodos de pontuação que analisa o grau de subsunção: avaliado pelos níveis hierárquicos do mapa, denominado pelos autores de profundidade do conhecimento; a diferenciação progressiva: avaliada pelas ramificações, denominado de amplitude do conhecimento; e a reconciliação integrativa: avaliada pelas ligações cruzadas na mapa. Outros trabalhos que fazem avaliação da aprendizagem significativa usando mapas conceituais por meio das categorias-chaves de Ausubel são: Rocha et al. (2004), Sacre et al. (2013), Silva e Omar (2017).

4.5 MARCO REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho de doutorado tem como tema *a avaliação da aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais*. Apresentamos até o momento, neste capítulo, um mapeamento da literatura dos trabalhos que abordam os temas de mapas conceituais, soluções computacionais para avaliação da aprendizagem e aprendizagem significativa, com o objetivo de mapear o estado da arte coadunando duas áreas de pesquisa: informática e educação. Neste sentido, foi possível identificar as produções acadêmicas avaliação da

⁴ *Concept and Fuzzy Adaptive E-learning*.

aprendizagem através de mapas conceituais. Vamos apresentar nesta seção o marco referencial teórico das duas áreas envolvidas e fazer uma breve discussão de alguns trabalhos cuja busca também foi realizada de forma manual.

No contexto da avaliação da aprendizagem por mapas conceituais existem vários trabalhos que tratam desse assunto na literatura. Por exemplo, é o caso dos trabalhos de Anohina e Grundspenkis (2007), Grundspenkis (2008a, 2009), que desenvolveram um sistema inteligente de avaliação do conhecimento, denominado de IKAS, que define padrões de comparação para determinar a correção de cada proposição no mapa do aprendiz em relação ao mapa de referência. Segundo Grundspenkis (2009), o IKAS foi concebido com o propósito de apoiar a avaliação do conhecimento centrada no aluno. Neste caso, um professor divide um curso de estudo em vários estágios. Os alunos devem adquirir um certo conjunto de conceitos em cada estágio. Um professor inclui conceitos e relacionamentos ensinados na primeira etapa no mapa e o utiliza para avaliação do conhecimento. A Figura 4.4 mostra como este processo ocorre no IKAS.

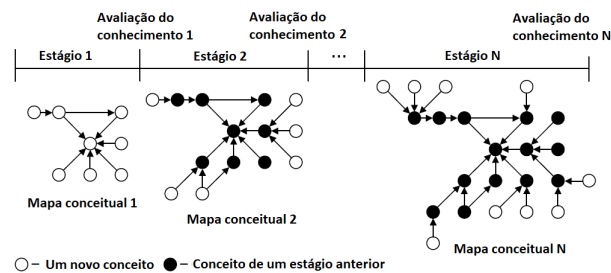


Figura 4.4 Uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem orientada a processos.

Fonte: Traduzido de Grundspenkis (2008a).

A avaliação da aprendizagem orientada a processos, como ilustrada pela referida figura, avalia o mapa conceitual no final de cada estágio de construção do mapa pelo aprendiz, no entanto, não é levado em consideração o processo de construção do mapa em cada estágio. Alguns trabalhos capturam momentos da construção do mapa para avaliar as categorias-chave de Ausubel. Este é o caso dos trabalhos de Rocha et al. (2004), Rocha, Junior e Favero (2005) que apresentam como usar aprendizagem de máquina via Algoritmo Genético (AG) e ontologias de domínio como ferramenta para auxiliar na avaliação da aprendizagem significativa mediada por mapas conceituais. O processo de avaliação é feito da seguinte forma: (i) utilização de uma ontologia de domínio para armazenar informações do mapa conceitual tal como os conceitos e as relações binárias; (ii) um algoritmo genético que gera mapas conceituais a partir da ontologia de domínio; (iii) um sistema que compara os mapas conceituais gerados pelo AG com o mapa conceitual do estudante para detectar evidências de aprendizagem. A comparação entre mapas foi implementada numa ferramenta denominada *CMTTool*, que utiliza uma taxonomia capaz de:

- (i) distinguir duas proposições diferentes e;

- (ii) atribuir valores de distância semântica proporcionais à diferença em significado entre duas proposições quaisquer que estejam sendo comparadas.

Exemplo 4.1 (Rocha (2007)): Os conceitos:

<Comunicação compartilhada>

e

<Comunicação local>

são conceitos da área de comunicação de dados. As proposições:

<Comunicação compartilhada *é usada por* Comunicação local>

e

<Comunicação compartilhada *pode ser* Comunicação local>

são formadas a partir dos mesmos conceitos e representam ideias diferentes no contexto de uma tarefa de aprendizagem. No primeiro contexto, a frase de ligação *é usada por* é uma instância da dimensão semântica processo, enquanto que, no segundo contexto, a frase de ligação *pode ser* representa a dimensão semântica classificação. O valor da distância semântica entre as proposições é diferente de zero, ou seja, não possuem o mesmo significado.

Os autores ainda complementam a ferramenta *CMTTool* coletando informações no mapa em diferentes momentos para análise posterior (ROCHA; FAVERO, 2004). A Figura 4.5 mostra dois momentos diferentes coletados pela ferramenta para analisar o processo da reconciliação integrativa e da diferenciação progressiva.

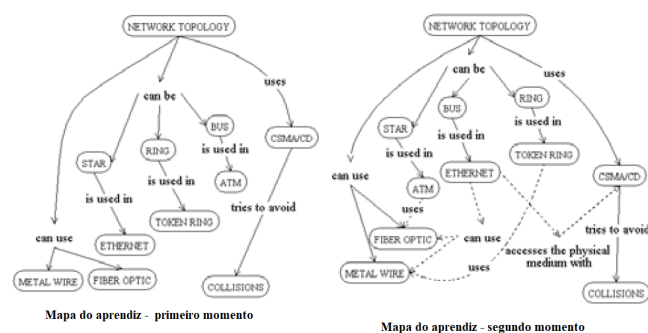


Figura 4.5 Dois momentos capturados pela ferramenta *CMTTool*.

Fonte: Retirado de Rocha e Favero (2004).

Note que, no primeiro momento da referida figura, temos o processo da diferenciação progressiva e no segundo momento o processo da reconciliação integrativa com algumas

alterações nos conceitos da diferenciação progressiva. A ferramenta captura momentos da elaboração do mapa conceitual. No entanto, nem sempre o processo de construção da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa ocorre de forma isolada, como ilustrado pela figura. Além disso, coletar informações em momentos diferentes da elaboração do mapa, sem analisar todo o processo de construção, podem ocorrer perdas de informações que são importantes para avaliação do conhecimento do aprendiz.

Este mapeamento encontrou diversos trabalhos que utilizam mapas conceituais como uma forma de avaliar a aprendizagem. Estes incluem avaliações qualitativas que analisam a estrutura do mapa do aprendiz comparando com um mapa de referência, utilizando diversas soluções computacionais, tal como: padrões de comparação entre proposições, algoritmos genéticos, ontologias de domínio e documentos XML. Cada técnica utilizada contribui para a resolução de um problema específico. Por exemplo as ontologias de domínio podem ser utilizadas para resolver o problema da idiossincrasia de conceitos representados pelos MCs coadunando diversos mapas em uma única ontologia. No âmbito das avaliações quantitativas têm-se pesquisas que propõem sistemas de pontuações. Estes podem incluir: pesos para as proposições, proposições podem ser classificadas em menos e mais importantes, pontuar número de conceitos, hierarquias e ligações cruzadas.

Durante a realização deste mapeamento percebeu-se a possibilidade de contribuir com as pesquisas já existentes atualmente na literatura, a fim de fornecer um modelo de avaliação que possa combinar técnicas quantitativas e qualitativas com o objetivo de fornecer subsídios para uma avaliação automática da aprendizagem por mapas e que considere o processo de construção do mapeamento conceitual como uma forma de auxiliar e facilitar a análise das categorias-chave definidas por Ausubel.

4.6 LIMITAÇÕES DESTE MAPEAMENTO

As principais limitações deste mapeamento sistemático são: (i) a eventual omissão de artigos no processo de busca automatizada e; (ii) o viés na seleção das publicações e na extração de dados. Para ajudar a garantir que o processo de seleção fosse o mais imparcial possível, desenvolvemos um protocolo de pesquisa que definiu a questão de pesquisa. Usando essa questão como base, identificamos palavras-chave e termos de busca que nos permitiu identificar a literatura relevante. No entanto, é importante reconhecer que as palavras-chave na área da avaliação da aprendizagem não são padronizadas e podem ser específicas de cada pesquisador. Portanto, devido à nossa escolha de palavras-chave e sequência de pesquisa, existe o risco de que estudos relevantes tenham sido omitidos. Dessa forma, devido às limitações dos mecanismos de busca, percebemos que a busca automática perdeu artigos importantes. Para tentar aliviar esse problema, decidimos realizar uma pesquisa manual para melhorar a qualidade dos resultados de pesquisa. Os trabalhos encontrados são: Kinchin e Hay (2000), Hay, Kinchin e Lygo-Baker (2008), Hay et al. (2008), Hay (2007)

4.7 CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou resultados de um mapeamento sistemático da literatura, com o objetivo de identificar estudos e pesquisas referentes a soluções que têm sido utilizadas para avaliação da aprendizagem por meio do mapeamento conceitual.

O mapeamento foi realizado por meio de um protocolo de revisão que especificou os métodos utilizados durante a realização do trabalho. Os critérios definidos no protocolo foram necessários e suficientes para obter os estudos primários necessários para realizar a pesquisa. Por meio deste mapeamento foi possível obter resposta à questão de pesquisa levantada neste trabalho.

Esta pesquisa permitiu identificar soluções que podem ser usadas para avaliar tanto aspectos estruturais quanto semânticos na avaliação de mapas conceituais como também as categorias-chaves definidas por Ausubel. No entanto, este mapeamento não encontrou soluções que avaliassem a aprendizagem dentro de um processo de construção de mapas conceituais considerando a idiosincrasia de mapas e que coadunassem uma análise estrutural e semântica, as categorias-chaves de Ausubel e um sistema de pontuação.

“O conhecimento cresce exponencialmente. Quanto mais soubermos, maior a nossa capacidade de aprender, e mais rápido expandimos a nossa base de conhecimento.”

*(Dan Brown)
“O Símbolo Perdido”*

MODELO PARA AVALIAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Apresentamos neste capítulo a proposta de um modelo para avaliação de mapas conceituais que considera o processo de construção de mapas além de análise sintática e semântica, bem como os métodos e os critérios utilizados nesta tese para avaliação qualitativa e um esquema de pontuação para avaliação quantitativa.

5.1 MODELO PROPOSTO

A Figura 5.1 apresenta um mapa conceitual de um modelo geral para avaliação de mapas conceituais que considera o processo de construção de mapas, análise estrutural e semântica e as categorias-chave de Ausubel. Com base neste modelo, desenvolvemos um método (Seção 5.3.1) para identificar indícios de aprendizagem significativa, mecânica e não-aprendizagem.

Segundo nosso modelo devemos considerar dois aspectos para avaliar mapas conceituais:

- (1) *Análise do processo de construção.* A análise do processo de construção dos mapas permite identificar:
 - *Categorias-chave de Ausubel.* A diferenciação progressiva, reconhecida no mapa pelas proposições ramificadas e a reconciliação integrativa, reconhecida no mapa pelas ligações cruzadas. A identificação das categorias-chave são importantes, pois juntamente com a análise sintática e semântica fornecem indícios de aprendizagem.

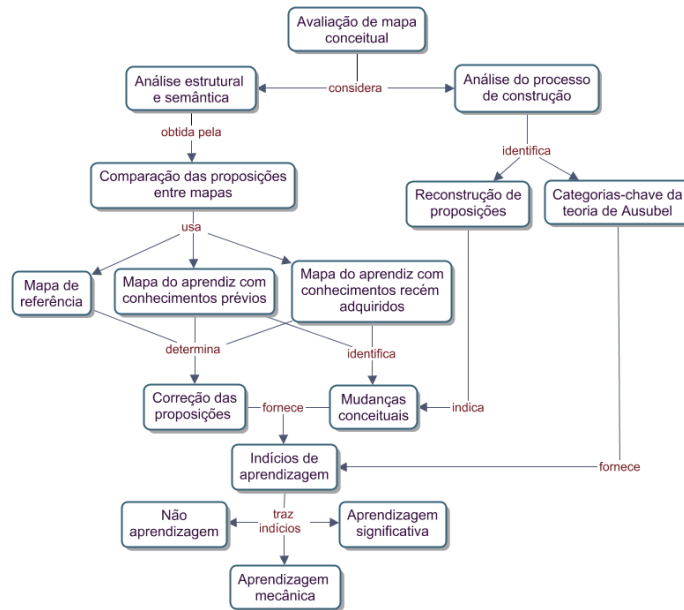


Figura 5.1 Um mapa conceitual para avaliação de mapas conceituais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- *Reconstrução das proposições.* Consiste nas construções proposicionais que foram elaboradas pelo aprendiz, mas que não aparecem no mapa final estático, pois estas podem ter sido, por exemplo, modificadas durante a sua construção. Essas mudanças podem ser utilizadas pelo professor para obter informações mais detalhadas sobre o processo de criação do conhecimento pelo aprendiz. Ou seja, a forma como o aprendiz constrói e reconstrói as proposições em seu mapa podem revelar aspectos do seu processo de aprendizagem.

(2) *Análise estrutural e semântica.* Kinchin e Hay (2000) afirmam que a análise dos conceitos e das relações no mapa conceitual pode ser usada para identificar o entendimento prévio do aprendiz sobre um determinado tópico do conteúdo que foi ensinado. A análise estrutural e semântica são obtidas pela comparação entre mapas para avaliar:

- *Correção das proposições.* A correção das proposições do mapa de conhecimentos prévio como no mapa de conhecimentos recém adquiridos é feita comparando com as proposições do mapa de referência construído por um especialista.
- *Mudanças conceituais.* As mudanças conceituais são analisadas a partir da comparação entre o mapa de conhecimentos prévios, o mapa de conhecimentos recém adquiridos e da reconstrução das proposições identificadas no processo de construção do mapa.

Esses dois processos combinados trazem informações de como o aprendiz constrói o

conhecimento na sua estrutura cognitiva, e dessa forma trazem indícios de aprendizagem significativa.

Kinchin e Hay (2000) afirmam que numa avaliação os mapas conceituais, além de mostrar quais conhecimentos um aprendiz possui, permitem também ilustrar como esse conhecimento é organizado na mente do aluno. Estas construções de conhecimento e a natureza das relações entre os conceitos sugerem implicações práticas para a aprendizagem futura do aluno. Certas organizações podem tornar mais ou menos difícil para novas ideias serem incorporadas na estrutura cognitiva existente do aprendiz.

5.2 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Discutimos, na Seção 5.2.1, a importância do processo de construção de mapas conceituais e na Seção 5.2.2 será discutido sobre erros conceituais.

5.2.1 Importância do Processo de Construção de Mapas Conceituais

Para uma avaliação automática de mapas conceituais, que leve em consideração os aspectos da Teoria de Ausubel e os diferentes processos cognitivos de cada aprendiz, é preciso identificar e analisar o processo de construção do conhecimento do aprendiz. Ao avaliar apenas o mapa final do aprendiz é provável que ocorra a perda de informações, presentes durante o processo de construção do mapa, importantes para indicar como ocorre o processo de aprendizagem do aluno. A observação do processo de construção do conhecimento é crucial quando buscamos por indícios de uma aprendizagem significativa. Em razão disso, quando nos referimos a uma avaliação automática por meio do mapeamento conceitual é necessário encontrar estratégias que possibilite identificar e analisar como ocorre o processo de construção de conceitos e relações durante a criação do mapa pelo aprendiz.

A Figura 5.2 apresenta três mapas conceituais construídos por aprendizes sobre o conceito *Flores*. Nos três mapas são identificadas as categorias-chave de Ausubel, em que as ramificações são representadas por linhas contínuas (construídas por meio do processo cognitivo da diferenciação progressiva) e as ligações cruzadas por linhas pontilhadas (construídas por meio do processo cognitivo da reconciliação integrativa). Como já discutido anteriormente, essa identificação é apenas possível por meio da análise da construção do mapa conceitual.

Nosso objetivo é mostrar como ocorre a identificação das categorias-chave e de diferentes processos cognitivos de um aprendiz por meio do processo de construção do mapa conceitual. No processo de construção de mapas, utilizaremos a técnica de *construir um mapa conceitual*, como já descrito na Seção 3.3.1 deste texto. Vejamos o Exemplo 5.1.

Exemplo 5.1: A Figura 5.3 apresenta o processo de construção de um mapa conceitual sobre sistema respiratório a partir da diferenciação progressiva. Este processo está dividido em três partes:

- Na Figura 5.3(a) o conceito *sistema respiratório* foi diferenciado em *respiração celular*, *vias respiratórias* e *respiração pulmonar*;

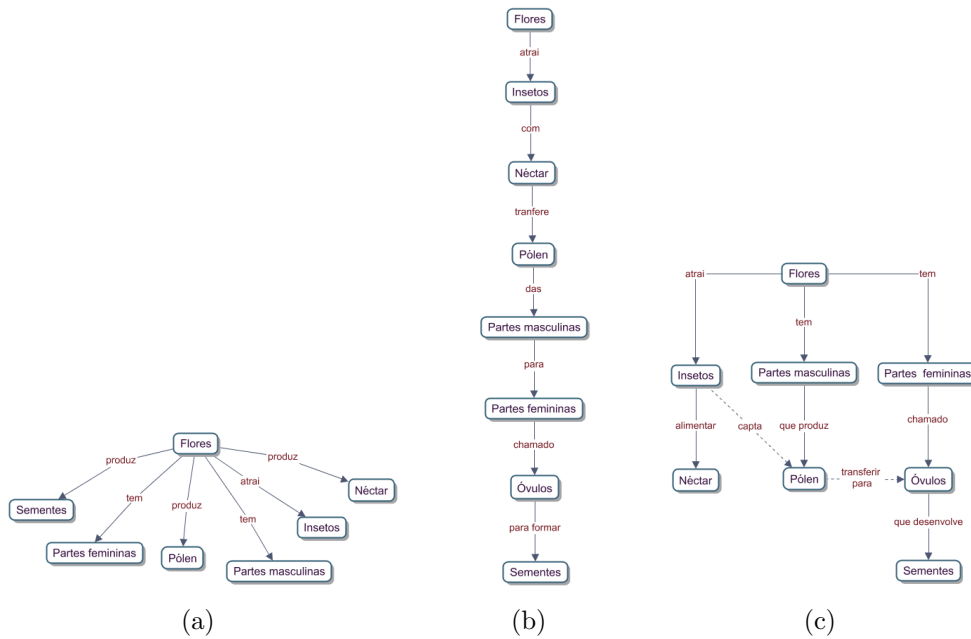


Figura 5.2 Três construções de mapas conceituais.

Fonte: Traduzido e adaptado de Kinchin e Hay (2000).

- Na Figura 5.3(b) o conceito *respiração celular* foi diferenciado em *células* que por sua vez foi diferenciado em *oxigênio*;
- Na Figura 5.3(c) o conceito *vias respiratórias* foi diferenciado em *cavidade nasal*, *faringe*, *laringe* e *traquéia*.

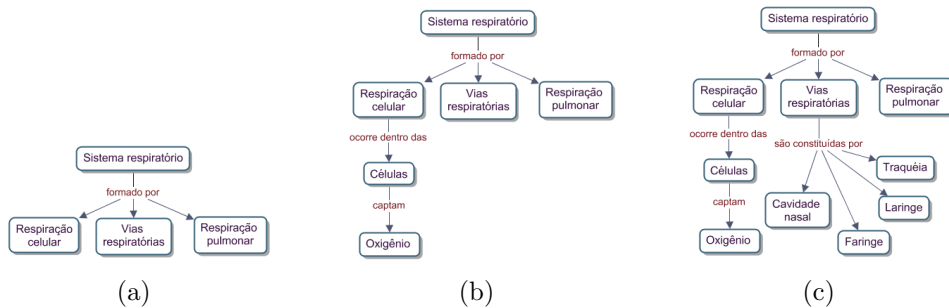


Figura 5.3 Mapas conceituais sobre o sistema respiratório mostrando ramificações.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observamos que todas as relações definidas pelo aprendiz são construídas pelo processo da diferenciação progressiva, isso ocorre pois:

- o conceito subordinante está sendo progressivamente detalhado e especializado por meio das assimilações do conceito subordinado;

- não existem associações entre conceitos subordinantes.

Complementando a Figura 5.3, a Figura 5.4 mostra a construção no mapa conceitual das relações da reconciliação integrativa construídas pelo aprendiz, em que:

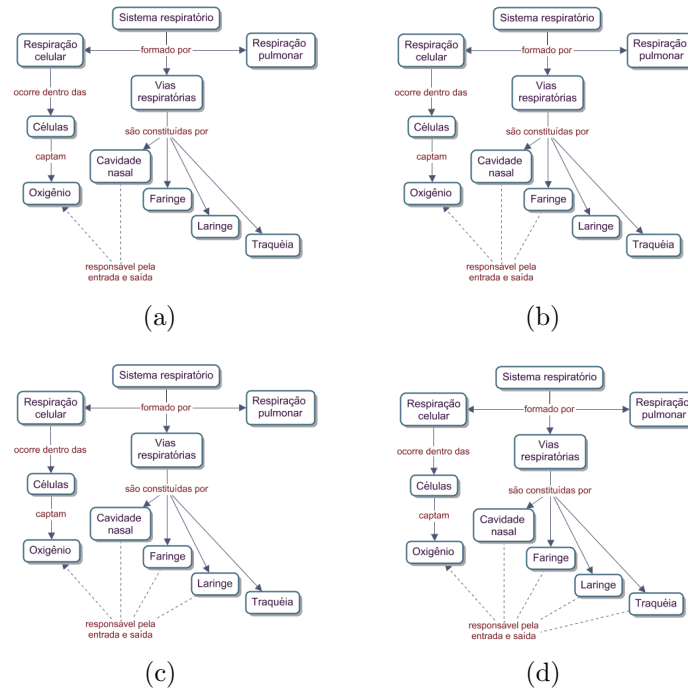


Figura 5.4 Mapas conceituais sobre o sistema respiratório mostrando processo de construção das ligações cruzadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- na Figura 5.4(a) o conceito *cavidade nasal* foi reconciliado com *oxigênio*;
- em seguida, nas Figuras 5.4(b), 5.4(c) e 5.4(d), o aprendiz reconciliou o conceito *cavidade nasal* com *faringe*, *laringe* e *traquéia*, respectivamente.

5.2.2 Erros Conceituais

A aprendizagem significativa não implica em ausência de erros conceituais (NOVAK, 2002). Novak tem dedicado parte dos seus estudos Novak e Gowin (1984), Novak (2002) a investigar e verificar que os mapas conceituais são instrumentos eficazes para revelar a existência de erros conceituais. Kinchin e Hay (2000) ressaltam que, ao avaliar apenas as *relações válidas* o professor deixa de analisar e identificar que as *relações inválidas* podem ser corretas para o aprendiz, o que pode sustentar outras relações válidas e, com isso, contribuir para a estrutura geral de conhecimento que ele está usando como base para o seu aprendizado. Ainda segundo os autores, o foco usual em relações válidas parece contradizer a filosofia cognitivista no uso de mapas conceituais ao não reconhecer

o significado das perspectivas dos aprendizes, pois as relações inválidas no mapa de um aluno podem revelar muito sobre os processos de pensamento que levam a um determinado caminho de entendimento. Dentro dessa perspectiva, os erros conceituais podem ainda ser utilizados para que o aluno, no decurso da construção do seu mapa, tenham uma visão mais ampla sobre a construção do seu próprio conhecimento. Dessa forma, os erros conceituais podem ser usados como um ponto de partida para ajudar a promover uma aprendizagem significativa.

Exemplo 5.2: A Figura 5.5(a) apresenta um mapa conceitual construído por um aprendiz sobre *Topologia de rede* com a identificação das categorias-chave de Ausubel na Figura 5.5(b).

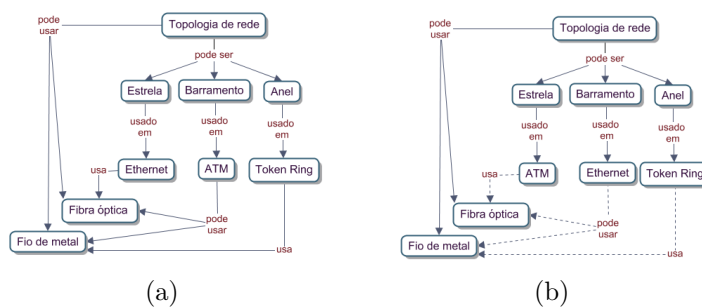


Figura 5.5 Mapas conceituais construídos sobre o conceito de *topologia de rede* com a identificação das categorias-chave de Ausubel.

Fonte: Traduzido e adaptado de Rocha e Favero (2004).

Na Figura 5.5(a) pode-se observar que no mapa existem erros conceituais que foram, durante o seu processo de criação, corrigidos pelo aprendiz, como pode ser visto na Figura 5.5(b), em que a Topologia de rede *Barramento* utiliza o protocolo *Ethernet* e não *ATM*, assim como a Topologia *Estrela* utiliza o protocolo *ATM* e não *Ethernet*.

A análise da criação do mapa, portanto, permite, além de identificar as categorias-chave para uma avaliação da aprendizagem significativa, reconhecer tipos de erros conceituais durante o processo de construção do conhecimento. Podemos citar:

- Erros conceituais construídos pelo aprendiz em seu mapa, mas que não aparecem no mapa final;
- Erros conceituais elaborados pelo aprendiz em seu mapa e que permanecem até o término da construção do mapa;
- Conceitos construídos corretamente pelo aprendiz mas que no mapa final se apresentam de forma incorreta ou não aparecem.

5.3 AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Apresentamos um método para avaliação de mapas conceituais na Seção 5.3.1, e os critérios utilizados para realizar uma avaliação qualitativa de mapas conceituais na Seção 5.3.2.

5.3.1 Método para Avaliar Mapas Conceituais

O mapeamento conceitual pode ser usado tanto para revelar o conhecimento prévio quanto para analisar as mudanças conceituais que ocorrem durante a aprendizagem (HAY, 2007). Para avaliar as mudanças conceituais que ocorrem entre o mapa de conhecimentos prévios e o mapa de conhecimentos recém adquiridos estes mapas serão decorados com informações observadas pelo seu processo de construção. Um mapa conceitual é decorado quando todas as proposições são identificadas como sendo diferenciação progressiva ou reconciliação integrativa, e as proposições que não estão no mapa final são marcadas como sendo obtidas do processo de construção.

- Mapa conceitual estático e processo de construção (instrumentos):
 1. Um mapa conceitual decorado com os conhecimentos prévios do aprendiz;
 2. Um mapa conceitual decorado com os conhecimentos recém-adquiridos do aprendiz;
 3. Um mapa de referência construído por um especialista ou professor;
 4. Uma estrutura formal de erros (se houver);
- Mapa conceitual decorado estático (passos metodológicos):
 5. Comparar o mapa com os conhecimentos prévios com o mapa de referência para avaliar a correção das proposições do mapa. A estrutura de erros é consultada nesse passo;
 6. Comparar o mapa com os conhecimentos recém-adquiridos com o mapa de referência para avaliar a correção das proposições do mapa. A estrutura de erros é consultada nesse passo;
 7. Comparar o mapa com os conhecimentos prévios com o mapa com os conhecimentos recém-adquiridos para identificar as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva do aprendiz;
- Mapa conceitual decorado com o processo de construção (passos metodológicos):
 8. Comparar as construções conceituais adicionadas pelo instrutor (informações do processo de construção do mapa) dos mapas de conhecimentos prévios e conhecimentos recém adquiridos com o mapa de referência para avaliar a correção das proposições;
 9. Identificar as categorias-chave de Ausubel.

5.3.1.1 Definição das Categorias de Proposições

- **Passo 1:** Para avaliar a correção das proposições do mapa do aprendiz com um mapa de referência são utilizadas as categorias de proposições da Tabela 5.1

Tabela 5.1: Categorias de proposições que podem ser identificadas num mapa conceitual.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição correta	A proposição construída no mapa do aprendiz foi definida como no mapa de referência. Ou seja, os conceitos e a relação entre os conceitos estão corretos.
Proposição inexistente	A proposição construída no mapa do aprendiz não existe no mapa de referência nem na estrutura de erros.
Proposição parcialmente correta	A proposição construída no mapa do aprendiz aparece na estrutura de erros como: ambos os conceitos estão corretos e a relação está incorreta; ou a relação entre os conceitos está correta, mas pelo menos um dos conceitos está incorreto.
Proposição incorreta	A proposição construída no mapa do aprendiz aparece na estrutura de erros como: tanto a relação entre os conceitos quanto os conceitos estão incorretas.
Proposição incompleta	A proposição construída pelo aprendiz está incompleta. Ou seja, a relação entre os conceitos ou pelo menos um dos conceitos não foram definidos pelo aprendiz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As proposições parcialmente corretas e incorretas compõem a estrutura de erros, uma vez que não pertencem ao mapa de referência. Esta estrutura pode ser construída pelo avaliador ou durante o processo de avaliação automática, essas proposições podem ser analisadas pelo avaliador e adicionadas à estrutura de erros.

- **Passo 2:** Para avaliar as mudanças conceituais que ocorreram entre o mapa que representa o conhecimento prévio e o mapa com os conceitos recém-adquiridos, são utilizadas as ações da Tabela 5.2

Tabela 5.2: Ações relativas as categorias de proposições para avaliar as mudanças conceituais que podem ocorrer entre dois mapas conceituais.

Ação	Descrição
Inserção de proposição ramificada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Inserção de proposição reconciliada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Remoção de proposição ramificada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Remoção da proposição reconciliada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Manutenção de proposição ramificada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Manutenção da proposição reconciliada	Proposição correta, parcialmente correta ou incorreta
Inserção de proposição incompleta	Proposição ramificada ou reconciliada

5.3.2 Critérios para Avaliar Mapas Conceituais

Para estabelecer critérios que caracterizam as mudanças conceituais na estrutura cognitiva de um aprendiz são utilizadas as definições de não aprendizagem, aprendizagem mecânica e significativa, apresentadas na Seção 3.3.2.

A Tabela 5.3 apresenta os critérios para avaliar os mapas conceituais, que são utilizados para identificar não aprendizagem, indícios de aprendizagem mecânica e de aprendizagem significativa.

Tabela 5.3 Critérios utilizados para avaliar mapa conceitual.

Critério	Avaliação do mapa (Estático)	
	Descrição	Tipo de Proposição
1	Conceitos do mapa prévio são removidos	Remoção de proposição correta, parcialmente correta ou incorreta (ramificada ou reconciliada)
2	Novos conceitos são adicionados e relacionados à estrutura de conhecimento já existente	Inclusão de proposição ramificada correta ou parcialmente correta
3	Novas relações são adicionadas na estrutura de conhecimento já existente	Inclusão de proposição reconciliada correta ou parcialmente correta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não Aprendizagem. A definição de não aprendizagem considerada é derivada de Jarvis (1993) e incluiu ausência de mudança na estrutura cognitiva representada do primeiro para o segundo mapa. Definimos como não aprendizagem:

- (i) ausência de conceitos recém-introduzidos no segundo mapa;
- (ii) ausência de novas relações no mapa de conhecimentos recém adquiridos em relação ao mapa de conhecimentos prévios;
- (iii) manutenção apenas das proposições do primeiro para o segundo mapa.

Indícios de Aprendizagem Mecânica. Definimos como indícios de aprendizagem mecânica:

- (i) Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos, porém não há adição de novos conceitos nem de relações entre conceitos. Neste caso há a ocorrência apenas do critério 1 (Tabela 5.3);
- (ii) Há adição de novos conceitos, porém todos os conceitos do primeiro para o segundo mapa são preservados bem como não há adição de novas relações entre conceitos. Neste caso há a ocorrência apenas do critério 2 (Tabela 5.3);
- (iii) Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. Neste caso há a ocorrência dos critérios 1 e 2 (Tabela 5.3);

Indícios de Aprendizagem Significativa. Definimos como indícios de aprendizagem significativa:

- (i) Os conceitos recém-adquiridos estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa e há ausência de novas relações entre conceitos do primeiro para o segundo mapa. Neste caso há a ocorrência do critério 2 e critério 3 (Tabela 5.3);
- (ii) Os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa, porém há novas relações entre conceitos do primeiro para o segundo mapa. Neste caso há a ocorrência do critério 2 e critério 3 (Tabela 5.3);
- (iii) Dois conceitos recém-adquiridos foram relacionados, porém não há novas relações entre conceitos do primeiro para o segundo mapa. Neste caso há a ocorrência do critério 2 e critério 3 (Tabela 5.3);
- (iv) Não há existência de conceitos recém-adquiridos, porém há novas relações entre conceitos do primeiro para o segundo mapa. Neste caso há a ocorrência apenas do critério 3 (Tabela 5.3);

Em relação ao indício (v) de aprendizagem significativa, apesar do aprendiz ter inserido e removido uma proposição em seu mapa, essa situação configura de fato um indício de aprendizagem, uma vez que demonstra que ele construiu um conhecimento correto ou parcialmente correto, mas por motivos externos, como por exemplo, o aprendiz demonstra algum tipo de insegurança na construção do seu conhecimento, a proposição foi removida. No entanto, o professor pode utilizar essa informação em seu processo avaliativo.

O Exemplo 5.3 ilustra como ocorrem os critérios 2 e 3 dos itens (i), (ii), (iii) e (iv) no mapa conceitual.

Exemplo 5.3: Seja o mapa da Figura 5.6 com os conhecimentos prévios do aprendiz. Os mapas da Figura 5.7, com os conhecimentos recém adquiridos, apresentam cada um dos casos dos critérios para indícios de aprendizagem significativa.

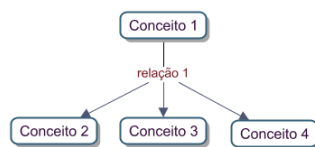


Figura 5.6 Mapa com conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O método proposto nesta tese de doutorado aponta por indícios de aprendizagem a partir das categorias de proposições avaliadas nos mapas de conhecimentos prévios e recém adquiridos. Ou seja, é apresentado ao professor uma relação de proposições que identifica as mudanças conceituais que ocorrem entre os dois mapas. Neste sentido, os indícios de aprendizagem tem por objetivo fornecer informações ao professor em relação às alterações que ocorrem na estrutura cognitiva do aprendiz, permitindo, assim, ajudá-lo

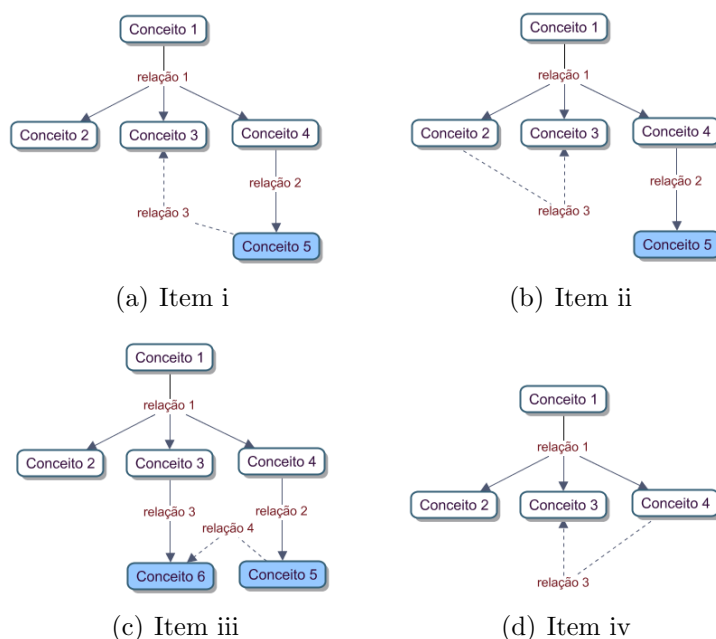


Figura 5.7 Mapa com conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

a realizar avaliações qualitativas da aprendizagem. Os indícios de aprendizagem também podem ajudar o professor a atuar sobre os conhecimentos não aprendidos pelo aprendiz e identificados por ele, bem como rever seus métodos e conteúdos de ensino, ajudando a melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

No Capítulo 6 apresentamos estudos de caso em que aplicamos o método aqui descrito para mostrar como os indícios de aprendizagem podem ser identificados na prática, servindo como uma primeira avaliação do método proposto.

5.4 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Nesta seção, apresentamos um esquema de pontuação para avaliação quantitativa de mapas conceituais. Este tipo de avaliação complementa a avaliação qualitativa, uma vez que existe uma cultura em atribuir uma pontuação (nota) à avaliação de aprendizagem, como já descrito por Novak e Gowin (1984) em seu livro *Aprender a aprender*.

5.4.1 Porcentagem de Acertos e Erros

A base teórica para a porcentagem de acertos e erros e esquema geral de pontuação (Seção 5.4.2) é baseada na classificação da proposição (ramificada ou reconciliada) e na sua correção (correta, parcialmente correta ou incorreta). Resumidamente, os mapas são pontuados em 4 categorias:

1. Proposição ramificada e proposição cruzada corretas;
2. Proposição ramificada e proposição cruzada parcialmente corretas;

3. Proposição ramificada e proposição cruzada incorretas;
4. Proposição incompleta.

5.4.1.1 Porcentagem de Acertos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista. A porcentagem de acertos é calculada somando todas as proposições (ramificadas e cruzadas) corretas no mapa do aprendiz dividindo pela soma das proposições do mapa de referência. Para obter a porcentagem multiplicamos por 100. O Quadro 5.1 apresenta a legenda dos termos utilizados nas fórmulas abaixo.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100 \quad (5.1)$$

$S_{1.1}$ calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista, mas, neste caso, utilizando as proposições (destacadas na cor laranja) identificadas durante o processo de construção do mapa e que, portanto, não estão no mapa final estático do aprendiz.

$$S_{1.1} = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j) + \sum_{s=1,\dots,o}(PRaCProC_s) + \sum_{t=1,\dots,p}(PCruCProC_t)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100 \quad (5.2)$$

sendo que:

- $PRaC \cap PCruC = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade de proposições ramificadas corretas e a quantidade de proposições cruzadas corretas no mapa do aprendiz é vazia;
- $PRaCProC \cap PCruCProC = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade de proposições ramificadas corretas e a quantidade de proposições cruzadas corretas no mapa do aprendiz identificadas no processo de construção é vazia;
- $PRaE \cap PCruE = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade de proposições ramificadas e a quantidade de proposições cruzadas no mapa do especialista é vazia.

Os somatórios de S_1 e $S_{1.1}$ representam a soma simples da quantidade de proposições do mapa do aluno, sendo que:

Comparando S_1 com $S_{1.1}$ é possível analisar qual a diferença da porcentagem de acertos se o aluno tivesse mantido as proposições $PRaCProC$ e $PCruCProC$, que foram identificadas no processo de construção do mapa, mas que não aparecem no mapa final .

5.4.1.2 Porcentagem de Erros. S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam a porcentagem das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz. O Quadro 5.2 apresenta a legenda dos termos utilizado nas fórmulas.

Legenda das Proposições:

- Quantidade de proposição Ramificada Correta - **PRaC**;
- Quantidade de proposição Cruzada Correta - **PCruC**;
- Quantidade de proposição Ramificada do Especialista - **PRaE**;
- Quantidade de proposição Cruzada do Especialista - **PCruE**;
- Quantidade de proposição Ramificada Correta (Identificadas no Processo de Construção) - **PRaCProC**;
- Quantidade de proposição Cruzada Correta (Identificadas no Processo de Construção) - **PCruCProC**.

Quadro 5.1: Legenda das proposições de S_1 e $S_{1.1}$

- S_2 calcula a porcentagem de erros das proposições ramificadas ($PRaPC_1$) e cruzadas ($PCruPC_1$) no mapa do aprendiz, sendo definidas como: *a relação construída está correta, mas pelo menos um dos conceitos foram definidos de forma incorreta.*

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1, \dots, m} (PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) + \sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v)} \times 100 \quad (5.3)$$

- S_3 calcula a porcentagem de erros das proposições ramificadas ($PRaPC_2$) e cruzadas ($PCruPC_2$) no mapa do aprendiz, sendo definidas como: *os conceitos que compõem a proposição estão corretos, porém a relação foi definida incorretamente.*

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1, \dots, m} (PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) + \sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v)} \times 100 \quad (5.4)$$

- S_4 calcula a porcentagem de erros das proposições ramificadas ($PRaPC_3$) e cruzadas ($PCruPC_3$) no mapa do aprendiz, sendo definidas como: *a relação entre os conceitos está incorreta e pelo menos um dos conceitos foi construído de forma incorreta.*

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1, \dots, m} (PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) + \sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v)} \times 100 \quad (5.5)$$

- S_5 calcula a porcentagem de erros das proposições ramificadas ($PRaI$) e cruzadas ($PCruI$) no mapa do aprendiz, sendo definidas como: *a relação entre os conceitos está incorreta bem como os dois conceitos foram construídos de forma incorreta.*

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1, \dots, n} (PRaI_k) + \sum_{j=1, \dots, m} (PCruI_j)}{\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) + \sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v)} \times 100 \quad (5.6)$$

sendo que:

- $PRaPC \cap PCruPC = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade de proposições ramificadas parcialmente corretas e a quantidade de proposições cruzadas parcialmente corretas no mapa do aprendiz é vazia;
- $PRaI \cap PCruI = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade de proposições ramificadas incorretas e a quantidade de proposições cruzadas incorretas no mapa do aprendiz é vazia;
- $PRa \cap PRu = \emptyset$, ou seja, a interseção entre a quantidade total de proposições ramificadas e a quantidade total de proposições cruzadas no mapa do aprendiz é vazia.

Legenda das Proposições:

- Quantidade total de proposição ramificada do mapa do aprendiz - **PRa**;
- Quantidade total de proposição cruzada do mapa do aprendiz - **Pru**.

Quadro 5.2: Legenda das proposições de S_2 , S_3 , S_4 e S_5 .

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz:

$$S_6 = S_3 + S_4 + S_5 + S_6 \quad (5.7)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos no mapa do aprendiz. A porcentagem de acertos é calculada somando todas as proposições (ramificadas e cruzadas) corretas no mapa do aprendiz e dividindo pela soma total das proposições (ramificadas e cruzadas) do mapa do aprendiz:

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) + \sum_{j=1, \dots, m} (PCruC_j)}{\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) + \sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v)} \times 100 \quad (5.8)$$

5.4.1.3 Escala de Pontuação. Segundo Novak e Gowin (1984) a base fundamental para desenvolver um esquema de pontuação consiste na teoria cognitiva da aprendizagem de Ausubel, baseada na ideia em que os conceitos da estrutura cognitiva de um aprendiz estão sujeitos tanto à diferenciação progressiva quanto à reconciliação integrativa. Ainda segundo os autores, vários esquemas de pontuação para os mapas conceituais ao longo dos anos foram desenvolvidos por eles. No entanto, no livro *aprender a aprender* é apresentado apenas um destes esquemas. Os autores reforçam que qualquer esquema de pontuação para os mapas conceituais tem um certo grau de subjetividade inerente, como

acontece com todos os instrumentos de avaliação. Desta forma, os autores afirmam que os critérios utilizados para pontuar os mapas são arbitrários. No entanto, outros trabalhos West et al. (2002), Reese (2004) que utilizam ou propõem esquema de pontuação se baseiam no trabalho de Novak. Desta forma, proposições ramificadas e reconciliadas são avaliadas usando uma *escala de pontuação* baseado no trabalho de Novak e Gowin (1984), sendo que, as pontuações das proposições parcialmente corretas e as incompletas são propostas pelo autor desta tese, para aplicar nos estudos de caso.

- Proposição Ramificada Correta - PRaC (2 pontos);
- Proposição Cruzada Correta - PCruC (8 pontos);
- Proposição Ramificada e Reconciliada Parcialmente Corretas:
 - Ramificada – PRaPC₁ (1,5 ponto);
 - Cruzada – PCruPC₁ (3,0 pontos);

 - Ramificada – PRaPC₂ (1,0 ponto);
 - Cruzada – PCruPC₂ (2,0 pontos);

 - Ramificada – PRaPC₃ (0,5 ponto);
 - Cruzada – PCruPC₃ (1,0 ponto);
- Proposição Ramificada e Cruzada Incorretas:
 - Ramificada – PRaI (0 ponto);
 - Cruzada – PCruI (0 ponto);
- Proposição Incompleta - PI (0 ponto).

A Figura 5.8 mostra um modelo de pontuação para cada proposição construída no mapa conceitual.

A partir da escala de pontuação, apresentamos na Seção 5.4.2, um esquema geral de pontuação para mapas conceituais.

5.4.2 Esquema Geral de Pontuação

P_1 (Equação 5.9) calcula a pontuação do mapa do aprendiz e utiliza a *Escala de pontuação* - F_{c_k} definida na seção anterior. Por exemplo, F_{c_1} representa a escala de pontuação da proposição PRaC, e assim sucessivamente, que será multiplicada pelo somatório dos tipos de proposições definidas anteriormente. A pontuação proposta nesta tese é utilizada nos estudos de caso (ver Capítulo 6) para avaliar o modelo proposto, no entanto, o professor pode modificar a escala de pontuação para o seu contexto avaliativo.

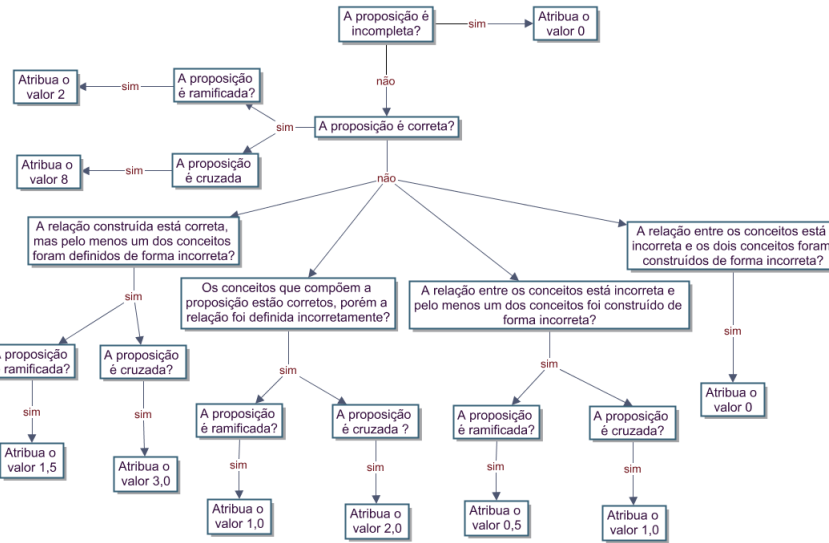


Figura 5.8 Um modelo de pontuação para as proposições construídas no mapa conceitual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

$$\begin{aligned}
 P_1 = & \\
 & (X_1 \times Fc_1 + X_2 \times Fc_2) + \\
 & (X_3 \times Fc_3 + X_4 \times Fc_4) + \\
 & (X_5 \times Fc_5 + X_6 \times Fc_6) + \\
 & (X_7 \times Fc_7 + X_8 \times Fc_8)
 \end{aligned} \tag{5.9}$$

onde X_i é calculado como:

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) &= X_1 & \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{2k}) &= X_6 \\
 \sum_{k=1, \dots, n} (PCruC_k) &= X_2 & \sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) &= X_7 \\
 \sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) &= X_3 & \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{3k}) &= X_8 \\
 \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{1k}) &= X_4 & \sum_{k=1, \dots, n} (PRaCProC_k) &= X_9 \\
 \sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) &= X_5 & \sum_{k=1, \dots, n} (PCruCProC_k) &= X_{10}
 \end{aligned}$$

A partir da pontuação gerada acima, é calculada uma nota entre zero e dez.

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2, 0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1, 5)} \quad (5.10)$$

Os critérios definidos na Seção 5.3 e o esquema de pontuação apresentado na Seção 5.4 são utilizados no Capítulo 6, que se refere à aplicação de três estudos de caso a partir de um domínio de conhecimento específico.

Chuangtse and Hueitse had strolled onto the bridge over the Hao, when the former observed, "See how the small fish are darting about! That is the happiness of the fish." "You are not a fish yourself", said Hueitse. "How can you know the happiness of the fish?" "And you not being I", retorted Chuangtse, "how can you know that I do not know?"

(Chuangtse, c. 300 B.C.)

ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresenta a aplicação de três estudos de caso que consistem em investigar como ocorre o processo de construção de mapas conceituais para uma avaliação de mapas conceituais, considerando a teoria da aprendizagem significativa. Apresentamos na Seção 6.1 o estudo de caso piloto. As Seções 6.2, 6.3 e 6.4 descrevem os procedimentos para realização dos estudos de caso 1, 2 e 3, respectivamente. A Seção 6.5 apresenta um comparativo entre as avaliações qualitativa e quantitativa. Por fim, a Seção 6.6, apresenta a conclusão deste capítulo.

6.1 ESTUDO DE CASO PILOTO

O objetivo do estudo piloto foi identificar possíveis falhas no detalhamento do roteiro do estudo de caso. Dessa forma, dois alunos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal da Bahia (UFBA) participaram do estudo piloto. Os alunos relataram que tinham conhecimento e que já tinham utilizado mapas conceituais em uma disciplina da graduação. No entanto, foi verificado que durante a construção dos mapas os alunos não estavam seguindo as definições estabelecidas na literatura. Então, o pesquisador fez uma breve explicação e mostrou alguns exemplos de mapas conceituais.

O estudo foi realizado em Dezembro de 2019 e teve duração de quatro horas. A apresentação para aplicação do estudo de caso aos participantes foi realizada utilizando um *notebook* e todo o material necessário para a realização do estudo foi fornecido pelo pesquisador. A captura das imagens da construção dos mapas conceituais foi feita utilizando o celular do próprio pesquisador.

O estudo piloto foi importante, pois detectou a necessidade de algumas modificações no projeto dos estudos de caso, das quais detalhamos:

- Necessidade de uma aula para apresentar os conceitos sobre mapa conceitual;
- Necessidade da utilização de uma ferramenta para auxiliar o pesquisador na aplicação do estudo de caso. Será utilizada a ferramenta *Google Sala de Aula*;
- Necessidade da utilização de um *software* para a construção dos mapas conceituais. Será utilizado o *software CmapTools*;
- Necessidade da utilização de um *software* para a captura de tela. Será utilizado o *software OBS Studio*.

Para a aplicação dos estudos de caso, primeiramente, o pesquisador organizou o material no *Google Sala de Aula*. Essa ferramenta será utilizada para dois propósitos principais: (i) Disponibilizar para os participantes o material necessário para a aplicação do estudo de caso; (ii) Permitir que os participantes possam fazer o *upload* de seus arquivos após a realização das atividades;

6.2 ESTUDO DE CASO 1

Para o estudo de caso 1 apresentamos, na Seção 6.2.1, o roteiro sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana, na Seção 6.2.2, o mapa de referência construído pelo especialista da área assim como a ontologia de domínio. Na Seção 6.2.4, apresentamos os dados obtidos a partir da aplicação do estudo de caso do aprendiz 3. O levantamento dos dados do estudo de caso dos Aprendizes 1, 2 e 4 podem ser encontrados no **Apêndice G** deste texto.

6.2.1 Roteiro do Estudo de Caso: Sequência Didática na Perspectiva Ausubeliana

O roteiro para o *Estudo de Caso 1: Mapas Conceituais e Sequências Didáticas na Perspectiva Ausubeliana* consiste na definição dos seguintes itens: objetivos do estudo, questão de pesquisa, hipótese e métricas, definição do cenário e do contexto, termos éticos, preparação e instrumentos para a coleta de dados, passos metodológicos, execução do estudo de caso e por último as ameaças à validade.

6.2.1.1 Objetivo Global. Este estudo de caso tem por objetivo obter indícios da aprendizagem significativa por meio da coleta de informações sobre o processo de construção de mapas conceituais levando em consideração uma análise detalhada e individual do mapa de cada aprendiz.

6.2.1.2 Objetivo do Estudo. O objetivo do estudo está definido na Figura 6.1 de acordo com o *template Goal-Question-Metric* (GQM) (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994).

6.2.1.3 Questão de Pesquisa e Hipótese. Com base no objetivo definido anteriormente, a seguinte questão de pesquisa (QP) e as hipóteses nula e alternativa foram estabelecidas:

Analisar: o processo de construção de mapas conceituais e os mapas construídos.

Com o propósito de: identificar indícios da aprendizagem significativa.

Com respeito a: organização estrutural do mapa e conceitos representados.

Do ponto de vista de: do pesquisador como instrutor, durante a apresentação dos conteúdos, e observador, durante a sua execução.

No contexto de: estudantes de pós-graduação.

Figura 6.1 Objetivo do estudo de caso 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **QP:** Novos indícios de aprendizagem podem ser obtidos a partir do processo de construção do mapa conceitual?
- **Hipótese Nula (HN):** Não há novos indícios de aprendizagem significativa identificados durante o processo de construção do mapa conceitual.
- **Hipótese Alternativa (HA):** Há novos indícios de aprendizagem significativa identificados durante o processo de construção do mapa conceitual.

6.2.1.4 Métricas. A seguir, são listadas as métricas que serão utilizadas no estudo de caso para responder a questão de pesquisa definida anteriormente. As métricas serão utilizadas tanto na avaliação qualitativa para apontar indícios e aprendizagem mecânica e significativa quanto na avaliação quantitativa, em que, a partir das métricas, será gerada uma pontuação e uma nota do mapa conceitual.

- **(M1):** Proposição ramificada correta, parcialmente correta ou incorreta;
- **(M2):** Proposição reconciliada correta, parcialmente correta ou incorreta;
- **(M3):** Proposição ramificada ou reconciliada inexistente;
- **(M4):** Proposição ausente;
- **(M5):** Proposição incompleta;
- **(M6):** Proposição ramificada inserida correta, parcialmente correta ou incorreta;

- (M7): Proposição reconciliada inserida correta, parcialmente correta ou incorreta;
- (M8): Proposição ramificada removida correta, parcialmente correta ou incorreta;
- (M9): Proposição reconciliada removida correta, parcialmente correta ou incorreta;
- (M10): Proposição ramificada mantida correta, parcialmente correta ou incorreta;
- (M11): Proposição reconciliada mantida correta, parcialmente correta ou incorreta.
- (M12): Quantidade de proposições ramificadas corretas, parcialmente corretas ou incorretas;
- (M13): Quantidade de proposições reconciliadas corretas, parcialmente corretas ou incorretas;

6.2.1.5 Definição do Cenário. O cenário do estudo de caso consiste em utilizar a técnica *construir um mapa conceitual*. Os alunos serão livres para definir os conceitos e as palavras de ligação para construir o seu mapa conceitual. Será solicitado aos participantes a construção de dois mapas conceituais. A construção do primeiro mapa tem por finalidade representar os conhecimentos prévios do aprendiz, ou seja, os conhecimentos que ele já possui sobre o domínio de conhecimento tratado no estudo e o segundo mapa tem por finalidade representar os conhecimentos recém-adquiridos. Também serão utilizados mais dois mapas no processo de análise e avaliação e uma estrutura de erros:

1. Um mapa contendo o histórico das construções conceituais do aprendiz;
2. Um mapa de referência construído pelo especialista;
3. Uma estrutura formal de erros que contém erros conceituais já identificados pelo professor.

6.2.1.6 Definição do Contexto. O estudo será conduzido em ambiente acadêmico com estudantes de pós-graduação e (caso possível) por especialistas da área que trabalham ou utilizam mapas conceituais. Os alunos de pós-graduação serão selecionados a partir do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores Mestrado Acadêmico (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores (PPG-ECFP)) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) da disciplina de Aprendizagem Significativa de David Ausubel – subsídio para os processos de Ensino e Aprendizagem de conceitos. O responsável pela disciplina é o prof. Dr. Sergio Luiz Bragatto Boss. Sergio atua no departamento de Física da UFRB em Amargosa lecionando as disciplinas de Ensino de Física, tais como: Prática Reflexiva do Ensino de Física I, II, III e IV; Instrumentação para o Ensino de Física I, II e III; Metodologia do Ensino da Física; Pesquisa em Educação; Monografia; Tópicos em Física: Ensino de Física e Trânsito. Também atua no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica

e Formação de Professores Mestrado Acadêmico (PPG-ECFP) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) lecionando a disciplina Aprendizagem Significativa de David Ausubel - subsídio para os processos de Ensino e Aprendizagem de conceitos. Tem experiência em trabalhar com alunos da graduação e pós-graduação com Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais, Contextualização no Ensino de Física e Educação para o Trânsito, Ensino e Aprendizagem de Conceitos Científicos

Para a seleção dos participantes o conhecimento e a prática no uso de mapas conceituais não foram obrigatórios, embora fosse desejado ter participantes selecionados com alguma familiaridade com o assunto. Dentro deste contexto, o prof. Sergio será responsável por ministrar as aulas sobre o tema a ser abordado e o pesquisador será responsável por ministrar as aulas sobre mapas conceituais. Na aula de mapas conceituais será apresentado a definição de mapa e a importância de construir ligações cruzadas, pois estas representam a reconciliação integrativa na Teoria de Ausubel. Será enfatizado que reconciliação é muito importante uma vez que mostra que de fato o aprendiz tem uma compreensão mais aprofundada do assunto a ser abordado, mostrando que teve uma aprendizagem de forma significativamente.

6.2.1.7 Termos Éticos para a Coleta de Dados. Pesquisas que utilizam procedimentos que requeiram interações entre o pesquisador e os indivíduos podem provocar uma série de questões éticas. Segundo Ludke e Andre (2013), pesquisas de natureza qualitativa que utilizem técnicas de observação estão sujeitas a problemas, caso o pesquisador não apresente o objetivo de sua pesquisa e sobre a integridade dos dados coletados. Nesse sentido, Wainer (2007) relata que em outras áreas, como na ciência da saúde, há um conjunto quase consensual dos padrões éticos que devem ser seguidos para pesquisas com seres humanos. No entanto, segundo o autor, ainda não há um modelo estabelecido na Ciência da Computação. Como esta pesquisa utiliza um método de observação com indivíduos, que tem como base os procedimentos definidos pelas ciências sociais, foram elaborados os dois seguintes termos éticos:

- **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)** - Apêndice A;
- **Termo de Autorização para Captura e Uso de Imagem de Vídeo (TACIV)** - Apêndice B;

A participação dos estudantes neste estudo de caso será livre e voluntária, na qual todos os participantes assinarão o *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*, que declara que os procedimentos realizados não oferecerão risco à integridade física ou moral, garantindo o sigilo de todos os dados pessoais coletados. Também assinarão o *Termo de Autorização de Uso de Filmagem*, autorizando a utilização da filmagem do mapa conceitual para fins científicos e de estudos.

6.2.1.8 Preparação para Coleta dos Dados. Para a coleta de dados será utilizada a técnica de coleta de dados indireta, que segundo Wohlin:

o pesquisador coleta dados brutos diretamente, sem realmente interagir com os sujeitos durante a coleta de dados. Exemplos são o registro do uso de ferramentas de engenharia de *software* e observações por meio de gravação de vídeo. (WOHLIN et al., 2012, p.61).

A coleta de dados tem por finalidade obter os mapas com os conhecimentos prévios, com os conhecimentos recém-adquiridos, com o histórico das construções conceituais e também informações sobre o processo de construção do mapa pelo aprendiz. Desta forma, a coleta de dados permitirá obter as seguintes informações durante a construção do mapa conceitual:

- identificar as categorias-chave definidas por Ausubel;
- identificar diferentes processos cognitivos de construção do mapa do aprendiz;
- identificar dificuldades sobre construções conceituais do aprendiz.

6.2.1.9 Instrumentos para Coleta de Dados. Para a realização da coleta de dados neste estudo de caso serão utilizados os seguintes instrumentos:

- Mapa conceitual que representa o conhecimento prévio do aprendiz com o histórico das construções conceituais;
- Mapa conceitual que representa o conhecimento recém-adquirido com o histórico das construções conceituais;
- Mapa conceitual de referência;
- Uma estrutura de erros (quando houver);
- Uso dos softwares *CmapTools* (para a construção do mapa) e *OBS Studio* para captura de tela.

6.2.1.10 Passos Metodológicos. Para a realização deste estudo de caso, seguiremos os seguintes passos metodológicos:

1. Solicitar a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
2. Solicitar a assinatura do Termo de Autorização de Uso de Filmagem;
3. Solicitar ao aprendiz que construa um mapa conceitual com seus conhecimentos sobre o assunto a ser abordado;
4. O professor instrutor irá apresentar os conceitos sobre o domínio de conhecimento a ser abordado em formato de aula. Sendo que:
 - (a) Neste tópico o pesquisador irá apresentar o assunto sobre mapas conceituais.

5. Após a apresentação dos conteúdos pelo instrutor, será solicitado ao aprendiz que construa um mapa conceitual com os conhecimentos recém aprendidos. Neste passo iremos capturar o processo de construção do mapa por meio de filmagem que será utilizado, a posteriori, pelo pesquisador para construir o mapa com histórico das construções conceituais, obtendo, dessa forma, dois mapas conceituais:

- (a) Mapa final do aprendiz com os conhecimentos recém-aprendidos;
- (b) Mapa com o histórico das construções conceituais do aprendiz.

Após obter os mapas conceituais seguiremos o processo de comparação dos mapas conceituais, como já descrito na Seção 5.3.1.

6.2.1.11 Execução do Estudo de Caso. A realização do estudo de caso será executada com base nos procedimentos definidos acima e os dados serão coletados para serem analisados posteriormente. O contexto para o desenvolvimento do estudo de caso será o mesmo para todos os participantes e cada participante irá construir os mapas conceituais de acordo com as orientações passadas pelo pesquisador. O estudo de caso será conduzido pelo pesquisador que irá participar como instrutor, acompanhando o desenvolvimento do estudo de caso.

6.2.1.12 Ameaças à Validade. As principais ameaças identificadas neste estudo de caso são: (i) a pouca familiaridade dos participantes em utilizar mapas conceituais pode dificultar o uso de conceitos e relações na estruturação do seu mapa; (ii) a captura *online* dos mapas conceituais pode dificultar a análise dos mapas, uma vez que, a câmera pode estar numa posição ruim para visualizar a construção do mapa ou até mesmo a baixa qualidade do vídeo pode atrapalhar na sua análise.

6.2.2 Mapa de Referência e Ontologia de Domínio

A Figura 6.2 mostra o mapa de referência construído pelo professor instrutor Sergio Luiz Bragatto Boss sobre o conteúdo sequências didáticas na perspectiva Ausubeliana. O **Apêndice H** mostra a ontologia de domínio sobre sequências didáticas na perspectiva Ausubeliana, referente a referida figura.

Este mapa, assim como todos os mapas conceituais apresentados neste estudo de caso, identifica as categorias-chave da teoria de Ausubel, usando as linhas contínuas para a diferenciação progressiva e as linhas pontilhadas para a reconciliação integrativa. Por uma questão de facilitar a visualização das proposições no mapa conceitual, alguns conceitos estão duplicados, como, por exemplo, é o caso dos conceitos *Plano de aula*, *Método de ensino*, *Conteúdo*, *Avaliação da aprendizagem*, *Avaliação do processo pedagógico*, dentre outros.

6.2.3 Legenda das Proposições

Para as proposições ramificadas e cruzadas no mapa conceitual do *especialista*, temos as legendas:

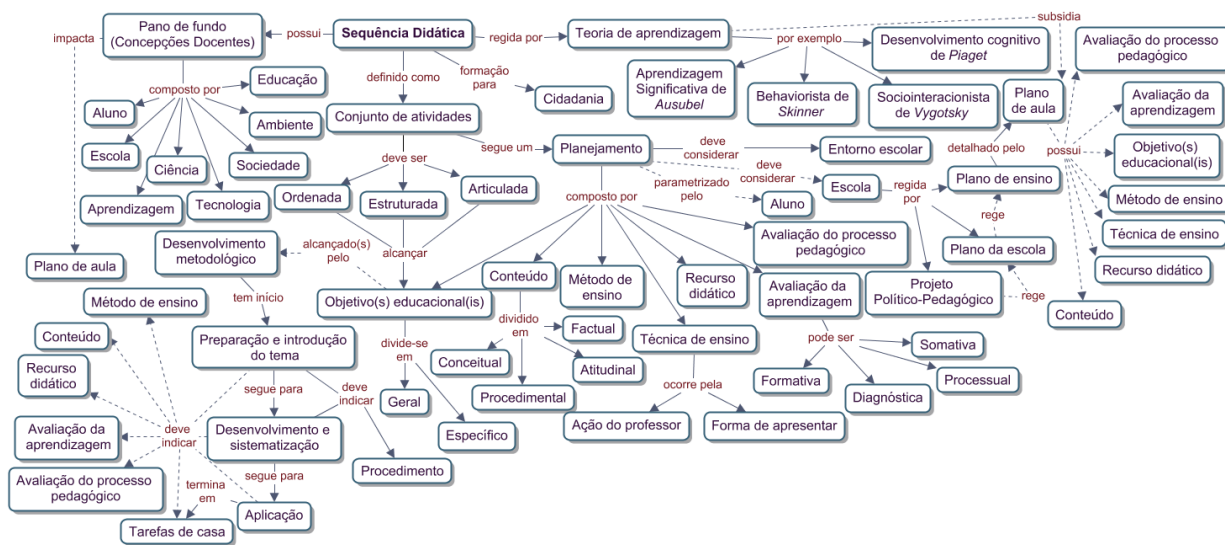


Figura 6.2 Mapa de referência sobre seqüências didáticas na perspectiva Ausubeliana.

Fonte: Elaborado pelo professor instrutor.

- Proposição Ramificada do Especialista - **PRaE**;
- Proposição Cruzada do Especialista - **PCruE**;

e as proposições ramificadas e cruzadas no mapa conceitual do *aprendiz*, temos as legendas:

- Proposição Ramificada - **PRa**;
- Proposição Cruzada - **PRu**;
- Proposição Ramificada Correta (Processo de Construção) - **PRaCProC**;
- Proposição Cruzada Correta (Processo de Construção) - **PCruCProC**.

Para as proposições ramificadas e cruzadas corretas, parcialmente corretas e incorretas identificadas no mapa conceitual do *aprendiz*, temos as seguintes legendas:

- Proposição Ramificada Correta - **PRaC**;
- Proposição Cruzada Correta - **PCruC**;
- Proposição Ramificada e Cruzada Parcialmente Correta:
 - A relação construída está correta, mas pelo menos um dos conceitos foram definidos de forma incorreta:
 - * Ramificada – **PRaPC₁**;

- * Cruzada – **PCruPC₁**;
- Os conceitos que compõem a proposição estão corretos, porém a relação foi definida incorretamente:
 - * Ramificada – **PRaPC₂**;
 - * Cruzada – **PCruPC₂**;
- A relação entre os conceitos está incorreta e pelo menos um dos conceitos foi construído de forma incorreta:
 - * Ramificada – **PRaPC₃**;
 - * Cruzada – **PCruPC₃**;
- Proposição Ramificada e Cruzada Incorreta:
 - A relação entre os conceitos está incorreta e os dois conceitos foram construídos de forma incorreta:
 - * Ramificada – **PRaI**;
 - * Cruzada – **PCruI**;

6.2.4 Análise dos Dados do Aprendiz 3

A Figura 6.3 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 3 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 3 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

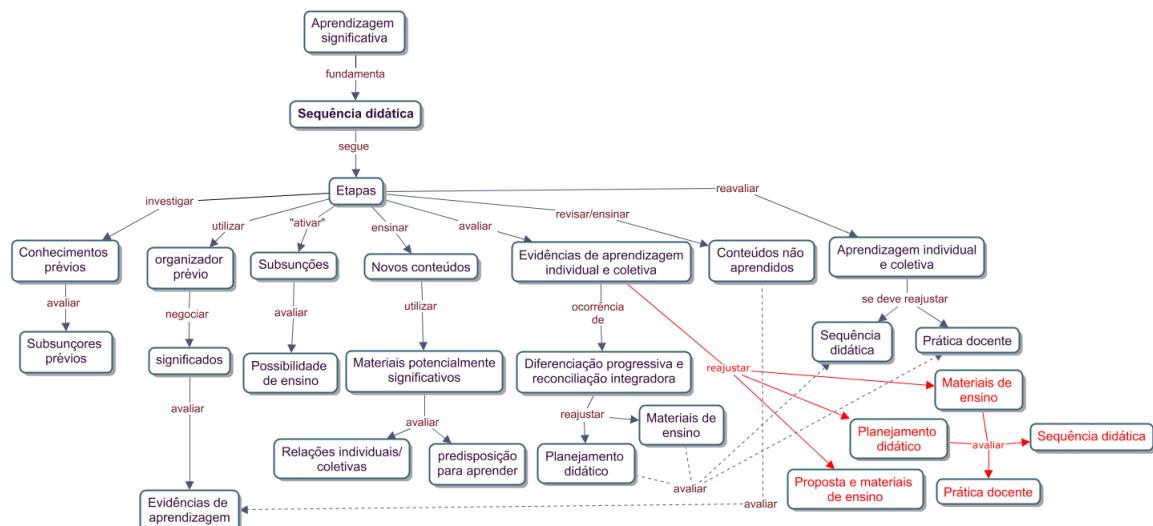


Figura 6.3 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura 6.4 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 3. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 3 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

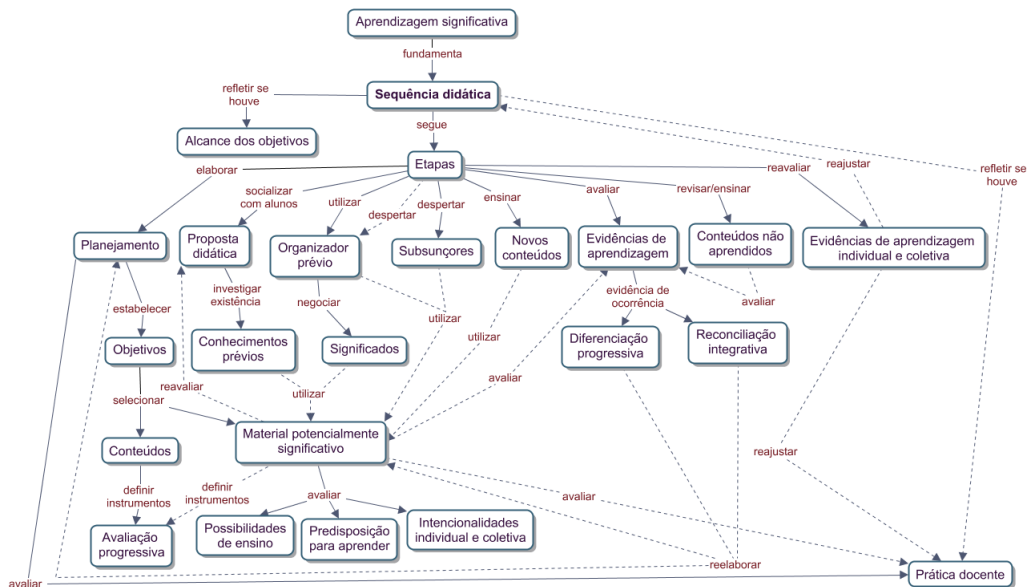


Figura 6.4 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

6.2.4.1 Levantamento dos Dados. Nesta seção é apresentado o levantamento dos dados do Aprendiz 3, necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela 6.1:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.3).
- **Tabela 6.2:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.1.
- **Tabela 6.3:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.2.
- **Tabela 6.4:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).
- **Tabela 6.5:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.4.

- **Tabela 6.6:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.5.
- **Tabela 6.7:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).
- **Tabela 6.8:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Tabela 6.1: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.3).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Subsunoçores <i>avaliar</i> Possibilidade de ensino; - Materiais potencialmente significativos <i>avaliar</i> Relações individuais/Coletivas; - Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva; - Etapas <i>reavaliar</i> Aprendizagem individual e coletiva; - Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Aprendizagem significativa <i>fundamenta</i> Sequência didática; - Sequência didática <i>segue</i> Etapas; - Etapas <i>investigar</i> Conhecimentos prévios; - Etapas <i>utilizar</i> Organizador prévio; - Etapas <i>ativar</i> Subsunoções; - Etapas <i>ensinar</i> Novos conteúdos; - Etapas <i>revisar/ensinar</i> Conteúdos não aprendidos; - Conhecimentos prévios <i>avaliar</i> Subsunoçores prévios; - Organizador prévio <i>Negociar</i> Significados; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>ocorrência de</i> Diferenciação progressiva e reconciliação integradora; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Sequência didática; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Prática docente; - Significados <i>avaliar</i> Evidências de Aprendizagem; - Materiais potencialmente significativos <i>avaliar</i> Predisposição para aprender; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Planejamento didático; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Materiais de ensino;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Materiais de ensino; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Planejamento didático; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Proposta e materiais de ensino;

continua na próxima página

Tabela 6.1: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.3). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Prática docente; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.1 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura 6.2.

Tabela 6.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.1.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem significativa <i>fundamenta</i> Sequência didática; - Sequência didática <i>segue</i> Etapas; - Etapas <i>investigar</i> Conhecimentos prévios; - Etapas <i>utilizar</i> Organizador prévio; - Etapas <i>ensinar</i> Novos conteúdos; - Etapas <i>revisar/ensinar</i> Conteúdos não aprendidos; - Conhecimentos prévios <i>avaliar</i> Subsúncosres prévios; - Organizador prévio <i>negociar</i> Significados; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>ocorrência de</i> Diferenciação progressiva e reconciliação integradora; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Sequência didática; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Prática docente; - Significados <i>avaliar</i> Evidências de Aprendizagem; - Materiais potencialmente significativos <i>avaliar</i> Predisposição para aprender; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Planejamento didático; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Materiais de ensino;
Proposição ramificada correta (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Materiais de ensino; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Planejamento didático; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Proposta e materiais de ensino;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Subsúncosres <i>avaliar</i> Possibilidade de ensino; - Materiais potencialmente significativos <i>avaliar</i> Relações individuais/Coletivas; - Etapas <i>ativar</i> Subsúncosres;

continua na próxima página

Tabela 6.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.1. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva; - Etapas <i>reavaliar</i> Aprendizagem individual e coletiva; - Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Prática docente; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas e incorretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela 6.2.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Etapas <i>ativar</i> Subsunções;	PRaPC ₃	- Etapas <i>evidenciar</i> Subsunções;
- Subsunções <i>avaliar</i> Possibilidade de ensino;	PRaI	- Subsunções <i>possibilitam avaliar</i> Aprendizagem significativa;
- Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva;	PRaPC ₁	- Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem;
- Etapas <i>reavaliar</i> Aprendizagem individual e coletiva;	PRaPC ₁	- Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem;
- Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;	PRaPC ₃	- Novos conteúdos <i>devem ser</i> Potencialmente significativo;
- Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem;	PCruPC ₁	- Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de alguma aprendizagem;
- Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática;	PCruPC ₂	- Materiais de ensino <i>subsidiar</i> Sequência didática;
- Materiais de ensino <i>avaliar</i> Prática docente;	PCruPC ₂	- Materiais de ensino <i>subsidiar</i> Prática docente;
- Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática;	PCruPC ₂	- Planejamento didático <i>direcionar</i> Sequência didática;
- Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente;	PCruPC ₂	- Planejamento didático <i>subsidiar</i> Prática docente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a proposição a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção.

<Materiais potencialmente significativos *avaliar* Relações individuais e coletivas>

Tabela 6.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem significativa <i>fundamenta</i> Sequência didática; - Sequência didática <i>segue</i> Etapas; - Etapas <i>utilizar</i> Organizador prévio; - Etapas <i>ensinar</i> Novos conteúdos; - Etapas <i>revisar/ensinar</i> Conteúdos não aprendidos; - Organizador prévio <i>negociar</i> Significados;
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos <i>selecionar</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Possibilidades de ensino; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Predisposição para aprender; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Intencionalidades individual e coletiva; - Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva; - Etapas <i>elaborar</i> Planejamento; - Etapas <i>socializar</i> com alunos Proposta didática; - Etapas <i>despertar</i> Subsunçores; - Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Planejamento <i>estabelecer</i> Objetivos; - Planejamento <i>avaliar</i> Prática docente; - Proposta didática investigar existência Conhecimentos prévios; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Diferenciação progressiva; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Reconciliação integrativa; - Sequência didática <i>refletir se houve</i> Alcance dos objetivos; - Objetivos <i>selecionar</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>definir instrumentos</i> Avaliação progressiva;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimentos prévios <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Significados <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Etapas <i>despertar</i> Organizador prévio; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Prática docente; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Sequência didática <i>refletir se houve</i> Prática docente; - Material potencialmente significativo <i>reavaliar</i> Proposta didática; - Organizador prévio <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Subsunçores <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Planejamento; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Planejamento; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Prática docente;

continua na próxima página

Tabela 6.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Sequência didática;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.5 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela 6.4.

Tabela 6.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.4.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Aprendizagem significativa <i>fundamenta</i> Sequência didática; - Sequência didática <i>segue</i> Etapas; - Etapas <i>elaborar</i> Planejamento; - Etapas <i>socializar</i> com alunos Proposta didática; - Etapas <i>utilizar</i> Organizador prévio; - Etapas <i>despertar</i> Subsunçores; - Etapas <i>ensinar</i> Novos conteúdos; - Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Etapas <i>revisar/ensinar</i> Conteúdos não aprendidos; - Planejamento <i>estabelecer</i> Objetivos; - Planejamento <i>avaliar</i> Prática docente; - Proposta didática <i>investigar existência</i> Conhecimentos prévios; - Organizador prévio <i>negociar</i> Significados; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Diferenciação progressiva; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Reconciliação integrativa; - Sequência didática <i>refletir se houve</i> Alcance dos objetivos; - Objetivos <i>selecionar</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>definir instrumentos</i> Avaliação progressiva;
Proposição reconciliada correta	- Material potencialmente significativo <i>reavaliar</i> Proposta didática; - Organizador prévio <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Subsunçores <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Planejamento; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Planejamento; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Prática docente; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Sequência didática;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Objetivos <i>selecionar</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Possibilidades de ensino; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Predisposição para aprender;

continua na próxima página

Tabela 6.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.4. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Intencionalidades individual e coletiva; - Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Conhecimentos prévios <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Significados <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Etapas <i>despertar</i> Organizador prévio; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Prática docente; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Sequência didática <i>refletir se houve</i> Prática docente; - Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela 6.5.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Objetivos <i>selecionar</i> Material potencialmente significativo;	PRaPC ₂	- Objetivo <i>é selecionar</i> Material potencialmente significativo;
- Conhecimentos prévios <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;	PCruPC ₂	- Conhecimentos prévios <i>interagem</i> com Material potencialmente significativo;
- Significados <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;	PCruPC ₂	- Significados <i>construídos a partir</i> Material potencialmente significativo;
- Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Possibilidades de ensino;	PRaPC ₂	- Material potencialmente significativo <i>subsídio avaliação de</i> Possibilidades de ensino;
- Etapas <i>despertar</i> Organizador prévio;	PCruPC ₂	- Etapas <i>aplicar</i> Organizador prévio;
- Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;	PCruPC ₃	- Novos conteúdos <i>devem ser</i> Potencialmente significativo;
- Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva;	PRaPC ₁	- Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem;
- Sequência didática <i>refletir se houve</i> Prática docente;	PCruPC ₂	- Sequência didática <i>subsídio</i> Prática docente;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção.

- <Material potencialmente significativo *avaliar* Predisposição para aprender>
- <Material potencialmente significativo *avaliar* Intencionalidades individual e coletiva>
- <Material potencialmente significativo *avaliar* Evidências de aprendizagem>
- <Material potencialmente significativo *avaliar* Prática docente>
- <Diferenciação progressiva *reelaborar* Material potencialmente significativo>
- <Reconciliação integrativa *reelaborar* Material potencialmente significativo>

Tabela 6.7: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4).

Categories de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>elaborar</i> Planejamento; - Etapas <i>socializar com alunos</i> Proposta didática; - Etapas <i>despertar</i> Subsunções; - Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Planejamento <i>estabelecer</i> Objetivos; - Objetivos <i>selecionar</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>definir instrumentos</i> Avaliação progressiva; - Proposta didática <i>investigar existência</i> Conhecimentos prévios; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Diferenciação progressiva; - Evidências de aprendizagem <i>evidência de ocorrência</i> Reconciliação integrativa; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Sequência didática; - Planejamento <i>avaliar</i> prática docente; - Sequência didática <i>refletir</i> se houve Alcance dos objetivos;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Possibilidades de ensino - Objetivos <i>selecionar</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Intencionalidades individual e coletiva; - Etapas <i>reavaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva;
Inserção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Material potencialmente significativo <i>definir</i> instrumentos Avaliação progressiva; - Material potencialmente significativo <i>reavaliar</i> Proposta didática; - Organizador prévio <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Subsunções <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Planejamento; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Planejamento; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Prática docente;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimentos prévios <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Etapas <i>despertar</i> Organizador prévio; - Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo;

continua na próxima página

Tabela 6.7: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Significados <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem; - Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Prática docente; - Diferenciação progressiva <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Reconciliação integrativa <i>reelaborar</i> Material potencialmente significativo; - Sequência didática <i>refletir se houve</i> Prática docente;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>investigar</i> Conhecimentos prévios; - Significados <i>avaliar</i> Evidências de Aprendizagem; - Conhecimentos prévios <i>avaliar</i> Subsúnciores prévios; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>ocorrência de</i> Diferenciação progressiva e reconciliação integradora; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Sequência didática; - Aprendizagem individual e coletiva <i>se deve reajustar</i> Prática docente; - Novos conteúdos <i>utilizar</i> Material potencialmente significativo; - Significados <i>avaliar</i> Evidências de Aprendizagem; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Planejamento didático; - Diferenciação progressiva e reconciliação integradora <i>reajustar</i> Materiais de ensino;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.3) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Materiais de ensino; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Proposta e materiais de ensino; - Evidências de aprendizagem individual e coletiva <i>reajustar</i> Planejamento didático;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.3) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Prática docente; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Subsúnciores <i>avaliar</i> Possibilidade de ensino; - Etapas <i>reavaliar</i> Aprendizagem individual e coletiva; - Etapas <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem individual e coletiva; - Materiais potencialmente significativos <i>avaliar</i> Relações individuais/Coletivas; - Etapas <i>ativar</i> Subsúncões;
Remoção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento didático <i>avaliar</i> Sequência didática; - Planejamento didático <i>avaliar</i> Prática docente; - Materiais de ensino <i>avaliar</i> Sequência didática;

continua na próxima página

Tabela 6.7: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Materiais de ensino <i>avaliar</i> Prática docente;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	- Aprendizagem significativa <i>fundamenta</i> Sequência didática; - Sequência didática <i>segue</i> Etapas; - Etapas <i>utilizar</i> Organizador prévio; - Etapas <i>ensinar</i> Novos conteúdos; - Etapas <i>revisar/ensinar</i> Conteúdos não aprendidos; - Organizador prévio <i>negociar</i> Significados;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	- Material potencialmente significativo <i>avaliar</i> Predisposição para aprender;
Proposição correta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	- Conteúdos não aprendidos <i>avaliar</i> Evidências de aprendizagem;

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.4.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios. Apresentamos na Tabela 6.8 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Tabela 6.8: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura 6.3)	Proposição ramificada correta	PRaC	15
	Proposição ramificada correta (processo de construção)	PRaCProC	03
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	02
		PCruPC ₁	01
		PRaPC ₂	00
		PCruPC ₂	04
		PRaPC ₃	02
		PCruPC ₃	00
		PRaI	02
PCruI	00		
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.4)	Proposição ramificada correta	PRaC	18
	Proposição reconciliada correta	PCruC	08
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	05
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00

continua na próxima página

Tabela 6.8: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3. (continuação)

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
		PRaI	02
		PCruI	04

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{15 + 00}{59 + 28} \times 100 = \frac{15}{87} \times 100 = 17,2\% \quad (6.1)$$

Porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista, mas, neste caso, utilizando as proposições identificadas durante o processo de construção.

$$S_{1.1} = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j) + \sum_{s=1,\dots,o}(PRaCProC_s) + \sum_{t=1,\dots,p}(PCruCProC_t)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100 \quad (6.2)$$

substituindo temos:

$$S_{1.1} = \frac{(15 + 00) + (03 + 00)}{59 + 28} \times 100 = \frac{18}{87} \times 100 = 20,6\% \quad (6.3)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.4)$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{02 + 01}{21 + 05} \times 100 = 11,5\% \quad (6.5)$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.6)$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{00 + 04}{21 + 05} \times 100 = 15,3\% \quad (6.7)$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.8)$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{02 + 00}{21 + 05} \times 100 = 7,7\% \quad (6.9)$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.10)$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{02 + 00}{21 + 05} \times 100 = 7,7\% \quad (6.11)$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (6.12)$$

substituindo temos:

$$S_6 = (11,5 + 15,3 + 7,7 + 7,7) = 42,2\% \quad (6.13)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.14)$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{15 + 00}{21 + 05} \times 100 = 57,7\% \quad (6.15)$$

6.2.4.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned}
P_1 = & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) \times 2, 0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruC_k) \times 8, 0 \right) + \\
& \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) \times 1, 5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{1k}) \times 3, 0 \right) + \\
& \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) \times 1, 0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{2k}) \times 2, 0 \right) + \\
& \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) \times 0, 5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{3k}) \times 1, 0 \right)
\end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
P_1 = & (15 * 2 + 0 * 8) + (02 * 1, 5 + 01 * 3, 0) + (00 * 1, 0 + 04 * 2, 0) + (02 * 0, 5 + 00 * 1, 0) \\
& = (30) + (6) + (8) + (1) \\
& = 45
\end{aligned}$$

6.2.4.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2, 0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1, 5)} \quad (6.16)$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(45 * 10)}{(21 * 2) + (5 * 8)} = \frac{450}{82} = 5, 4$$

6.2.4.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{18 + 08}{59 + 28} \times 100 = \frac{26}{87} \times 100 = 29, 8\% \quad (6.17)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{01 + 00}{23 + 17} \times 100 = 2, 5\% \quad (6.18)$$

$$S_3 = \frac{02 + 05}{23 + 17} \times 100 = 17, 5\% \quad (6.19)$$

$$S_4 = \frac{00 + 00}{23 + 17} \times 100 = 0, 0\% \quad (6.20)$$

$$S_5 = \frac{02 + 04}{23 + 17} \times 100 = 15,0\% \quad (6.21)$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (2,5 + 17,5 + 0,0 + 15,0) = 35,0\% \quad (6.22)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{18 + 08}{23 + 17} \times 100 = 65,0\% \quad (6.23)$$

6.2.4.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (18 * 2 + 8 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 05 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (100) + (1,5) + (12) \\ &= 113,5 \end{aligned}$$

6.2.4.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(113,5 * 10)}{(23 * 2) + (17 * 8)} = \frac{1135}{182} = 6,2$$

6.2.4.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de aprendizagem mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.

– **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)**

- * Etapas *investigar* Conhecimentos prévios;

- * Significados *avaliar* Evidências de Aprendizagem;
 - * Conhecimentos prévios *avaliar* Subsunçores prévios;
 - * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *ocorrência de* Diferenciação progressiva e reconciliação integradora;
 - * Aprendizagem individual e coletiva *se deve* reajustar Sequência didática;
 - * Aprendizagem individual e coletiva *se deve* reajustar Prática docente;
 - * Novos conteúdos *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Significados *avaliar* Evidências de Aprendizagem;
 - * Diferenciação progressiva e reconciliação integradora *reajustar* Planejamento didático;
 - * Diferenciação progressiva e reconciliação integradora *reajustar* Materiais de ensino;
- **Critério 1: (Proposição Reconciliada Removida Correta)**
- * Planejamento didático *avaliar* Sequência didática;
 - * Planejamento didático *avaliar* Prática docente;
 - * Materiais de ensino *avaliar* Sequência didática;
 - * Materiais de ensino *avaliar* Prática docente;
- **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Parcialmente Correta e Incorreta)**
- * Subsunçores *avaliar* Possibilidade de ensino;
 - * Materiais potencialmente significativos *avaliar* Relações individuais/Coletivas;
 - * Etapas *avaliar* Evidências de aprendizagem individual e coletiva;
 - * Etapas *reavaliar* Aprendizagem individual e coletiva;
 - * Etapas *ativar* Subsunções;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
- * Etapas *elaborar* Planejamento;
 - * Etapas *socializar com alunos* Proposta didática;
 - * Etapas *despertar* Subsunções;
 - * Etapas *avaliar* Evidências de aprendizagem;
 - * Planejamento *estabelecer* Objetivos;
 - * Objetivos *selecionar* Conteúdos;
 - * Conteúdos *definir instrumentos* Avaliação progressiva;
 - * Proposta didática *investigar existência* Conhecimentos prévios;
 - * Evidências de aprendizagem *evidência de ocorrência* Diferenciação progressiva;
 - * Evidências de aprendizagem *evidência de ocorrência* Reconciliação integrativa;

- * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *reajustar* Sequência didática;
- * Planejamento *avaliar* prática docente;
- * Sequência didática *refletir se houve* Alcance dos objetivos;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Objetivos *selecionar* Material potencialmente significativo;
 - * Material potencialmente significativo *avaliar* Possibilidades de ensino;
 - * Etapas *reavaliar* Evidências de aprendizagem individual e coletiva;
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Correta - Processo de Construção)**
 - * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *reajustar* Materiais de ensino;
 - * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *reajustar* Planejamento didático;
 - * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *reajustar* Proposta e materiais de ensino;
 - * Materiais de ensino *avaliar* Sequência didática;
 - * Planejamento didático *avaliar* Prática docente;
 - * Planejamento didático *avaliar* Sequência didática;
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Materiais de ensino *avaliar* Sequência didática;
 - * Materiais de ensino *avaliar* Prática docente;
 - * Planejamento didático *avaliar* Sequência didática;
 - * Planejamento didático *avaliar* Prática docente;
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (i), critérios 2 e 3 (parcialmente): os conceitos recém-adquiridos estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio) e há ausência de novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa; ao item (ii), critérios 2 e 3 (parcialmente): os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio), porém há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa; e ao item (iii), critério 3 (parcialmente): dois conceitos recém-adquiridos foram relacionados, porém não há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.

Item (i):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**

- * Material potencialmente significativo *definir instrumentos* Avaliação progressiva;
- * Material potencialmente significativo *reavaliar* Proposta didática;

Item (ii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Significados *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Organizador prévio *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Subsunções *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Evidências de aprendizagem individual e coletiva *reajustar* Prática docente;
- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Etapas *despertar* Organizador prévio;
 - * Conhecimentos prévios *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Significados *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Novos conteúdos *utilizar* Material potencialmente significativo;
 - * Sequência didática *refletir* se houve Prática docente;

Item (iii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Diferenciação progressiva *reelaborar* Planejamento;
 - * Reconciliação integrativa *reelaborar* Planejamento;

6.3 ESTUDO DE CASO 2

Para o estudo de caso 2 apresentamos, na Seção 6.3.1 as melhorias que serão implementadas para este estudo de caso, na Seção 6.3.2, o roteiro sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana, na Seção 6.3.3, o mapa de referência construído pelo especialista da área assim como a ontologia de domínio e na Seção 6.3.4 o estudo de caso do Aprendiz 4. O levantamento dos dados do estudo de caso dos Aprendizes 1, 2, 3 e 5 podem ser encontrados no **Apêndice J** deste texto.

6.3.1 Melhorias para Aplicação do Estudo de Caso 2

Baseada nas informações e na experiência que foi obtida com a aplicação do *estudo de caso 1*, foi possível fazer algumas alterações como também a inclusão de novos elementos a fim de melhorar a aplicação e a análise dos dados do segundo estudo de caso. Como melhorias do primeiro estudo de caso, podemos citar:

- Adicionamos dois questionários (pré e pós aplicação do estudo de caso) como forma de obter informações dos participantes da pesquisa. Os questionários foram aplicados somente aos participantes, entretanto, o professor instrutor, responsável pela aula a ser abordada, também faz parte do grupo de sujeitos desta pesquisa, uma vez que sua participação também é objeto de análise. Assim, professor instrutor foi convidado a realizar uma entrevista;
- Foi feita uma entrevista com o professor instrutor para obter informações sobre os critérios utilizados para avaliação manual das proposições identificadas do mapa dos aprendizes;
- Neste estudo de caso todos os participantes irão utilizar o *software OBS Studio* para a captura da tela, facilitando, assim, o processo tanto para o aprendiz construir seu mapa conceitual quanto para o pesquisador na fase de análise dos dados, pois não haverá a possibilidade (quando utilizado uma câmera) do aprendiz posicionar a câmera em um certo ângulo e, conseqüentemente, alguns passos não serem capturados na filmagem, o que inviabiliza e impossibilita a utilização dos dados do aprendiz;
- Acrescentamos ainda a solicitação para o preenchimento de dois questionários para traçar o perfil dos aprendizes:
 - Questionário pré-aplicação do Estudo de Caso - *Sequência didática contextualizada com o trânsito (Apêndice C)*.
 - * O **Apêndice D** mostra os dados coletados da aplicação do questionário pré-aplicação do Estudo de Caso.
 - Preenchimento do Questionário pós-aplicação do Estudo de Caso - *Sequência didática contextualizada com o trânsito (Apêndice E)*.
 - * O **Apêndice F** mostra os dados coletados da aplicação do questionário pós-aplicação do Estudo de Caso.

6.3.2 Roteiro do Estudo de Caso: Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito

O roteiro para o *Estudo de Caso 2: Sequência Didática Contextualizada com o Trânsito*, consiste na definição dos mesmos elementos do estudo de caso 1. A única mudança está na definição do contexto, apresentada abaixo.

6.3.2.1 Definição do Contexto. O estudo será conduzido em ambiente acadêmico com estudantes de graduação. Os estudantes serão selecionados a partir do projeto de extensão nomeado *Programa Trânsito Cidadão - Educação para a Cidadania no Trânsito* (Registro PROEXT/UFRB 50401/2017) coordenado pelo professor Dr. Sergio Luiz Bragatto Boss da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

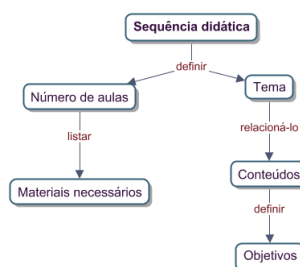


Figura 6.6 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

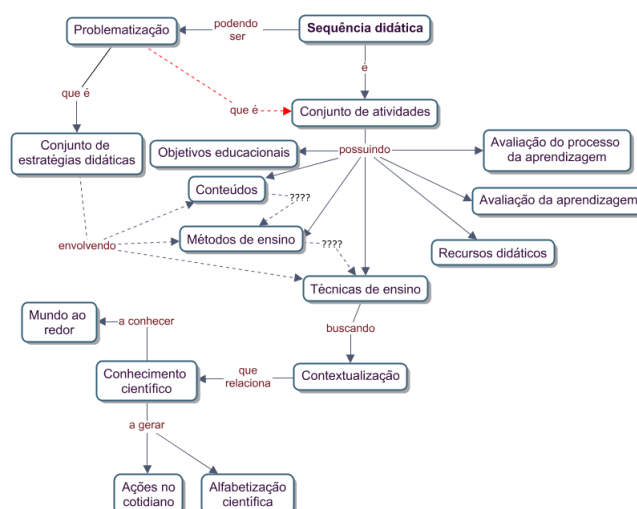


Figura 6.7 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

- **Tabela 6.9:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.6).
- **Tabela 6.10:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.9.
- **Tabela 6.11:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.10.
- **Tabela 6.12:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).
- **Tabela 6.13:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.12.

- **Tabela 6.14:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.13.
- **Tabela 6.15:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).
- **Tabela 6.16:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

Tabela 6.9: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.6).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- Sequência didática <i>definir</i> Número de aulas; - Sequência didática <i>definir</i> Tema; - Número de aulas <i>listar</i> Materiais necessários; - Tema <i>relacioná-los</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>definir</i> Objetivos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.9 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura 6.10.

Tabela 6.10: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.9.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática <i>definir</i> Número de aulas; - Sequência didática <i>definir</i> Tema; - Número de aulas <i>listar</i> Materiais necessários; - Tema <i>relacioná-los</i> Conteúdos;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Conteúdos <i>definir</i> Objetivos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela 6.10.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Conteúdos <i>definir</i> Objetivos;	PRaPC ₁	- Sequência didática <i>definir</i> Objetivos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.12: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática <i>é</i> Conjunto de atividades;
Proposição ramificada inexistente	- Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Objetivos educacionais; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Conteúdos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Técnicas de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Recursos didáticos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação da aprendizagem; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação do processo de aprendizagem; - Sequência didática <i>podendo ser</i> Problematização; - Problematização <i>que é</i> Conjunto de estratégias didáticas; - Técnicas de ensino <i>buscando</i> Contextualização; - Contextualização <i>que relaciona</i> Conhecimento científico; - Conhecimento científico <i>a conhecer</i> Mundo ao redor; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Ações no cotidiano; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Alfabetização científica;
Proposição reconciliada inexistente	- Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Conteúdos; - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Técnicas de ensino;
Proposição reconciliada inexistente (Processo de construção)	- Problematização <i>que é</i> Conjunto de atividades;
Proposição incompleta	- Conteúdos ??? Métodos de ensino; - Métodos de ensino ??? Técnicas de ensino;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.13 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela 6.12.

Tabela 6.13: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.12.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática <i>é</i> Conjunto de atividades; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Objetivos educacionais;

continua na próxima página

Tabela 6.13: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.12. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Conteúdos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Técnicas de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Recursos didáticos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação da aprendizagem; - Contextualização <i>que relaciona</i> Conhecimento científico; - Conhecimento científico <i>a conhecer</i> Mundo ao redor; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Ações no cotidiano; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Alfabetização científica;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação do processo de aprendizagem; - Sequência didática <i>podendo ser</i> Problematização; - Problematização <i>que é</i> Conjunto de estratégias didáticas; - Técnicas de ensino <i>buscando</i> Contextualização;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Conteúdos; - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de estratégias didáticas envolvendo Técnicas de ensino;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização <i>que é</i> Conjunto de atividades;
Proposição incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos ??? Métodos de ensino; - Métodos de ensino ??? Técnicas de ensino;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.14.

Tabela 6.14: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela 6.13.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação do processo de aprendizagem;	PRaPC ₁	- Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação do processo pedagógico;
- Sequência didática <i>podendo ser</i> Problematização;	PRaPC ₁	- Sequência didática <i>podendo ser</i> Problematizada;
- Problematização <i>que é</i> Conjunto de estratégias didáticas;	PRaPC ₃	- Problematizada <i>composta por</i> Conjunto de estratégias didáticas;
- Técnicas de ensino <i>buscando</i> Contextualização;	PRaPC ₁	- Conjunto de atividades <i>buscando</i> Contextualização;
- Problematização <i>que é</i> Conjunto de atividades;	PCruPC ₃	- Problematizada <i>conjunto de</i> Atividades;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.15: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é</i> Conjunto de atividades; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Objetivos educacionais; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Conteúdos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Técnicas de ensino; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Recursos didáticos; - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação da aprendizagem; - Contextualização <i>que relaciona</i> Conhecimento científico; - Conhecimento científico <i>a conhecer</i> Mundo ao redor; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Ações no cotidiano; - Conhecimento científico <i>a gerar</i> Alfabetização científica;
Inserção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Conteúdos; - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Métodos de ensino; - Conjunto de estratégias didáticas <i>envolvendo</i> Técnicas de ensino;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de atividades <i>possuindo</i> Avaliação do processo de aprendizagem; - Sequência didática <i>podendo ser</i> Problematização; - Problematização <i>que é</i> Conjunto de estratégias didáticas; - Técnicas de ensino <i>buscando</i> Contextualização;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização <i>que é</i> Conjunto de atividades;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>definir</i> Número de aulas; - Sequência didática <i>definir</i> Tema; - Número de aulas <i>listar</i> Materiais necessários; - Tema <i>relacioná-los</i> Conteúdos;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos <i>definir</i> Objetivos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.3.4.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios. Apresentamos na Tabela 6.16 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

Tabela 6.16: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura 6.6)	Proposição ramificada correta	PRaC	04
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	00
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
PCruI	00		
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.7)	Proposição ramificada correta	PRaC	11
	Proposição reconciliada correta	PCruC	03
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	03
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	00
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	01
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
PCruI	00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{04 + 00}{115 + 37} \times 100 = \frac{04}{152} \times 100 = 2,6\% \quad (6.24)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.25)$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{01 + 00}{05 + 00} \times 100 = 20,0\% \quad (6.26)$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.27)$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{00 + 00}{05 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (6.28)$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.29)$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{05 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (6.30)$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.31)$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 00}{05 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (6.32)$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (6.33)$$

substituindo temos:

$$S_6 = (20,0 + 0,0 + 0,0 + 0,0) = 20,0\% \quad (6.34)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (6.35)$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{04 + 00}{05 + 00} \times 100 = 80,0\% \quad (6.36)$$

6.3.4.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned}
 P_1 = & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) \times 2, 0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruC_k) \times 8, 0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) \times 1, 5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{1k}) \times 3, 0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) \times 1, 0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{2k}) \times 2, 0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) \times 0, 5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{3k}) \times 1, 0 \right)
 \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
 P_1 = & (04 * 2 + 0 * 8) + (01 * 1, 5 + 00 * 3, 0) + (00 * 1, 0 + 00 * 2, 0) + (00 * 0, 5 + 00 * 1, 0) \\
 & = (08) + (1, 5) \\
 & = 9, 5
 \end{aligned}$$

6.3.4.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2, 0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1, 5)} \quad (6.37)$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(9, 5 * 10)}{(05 * 2)} = \frac{95}{10} = 9, 5$$

6.3.4.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{11 + 03}{115 + 37} \times 100 = \frac{14}{152} \times 100 = 9, 2\% \quad (6.38)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{03 + 00}{15 + 03} \times 100 = 16, 6\% \quad (6.39)$$

$$S_3 = \frac{00 + 00}{15 + 03} \times 100 = 0, 0\% \quad (6.40)$$

$$S_4 = \frac{01 + 00}{15 + 03} \times 100 = 5,5\% \quad (6.41)$$

$$S_5 = \frac{00 + 00}{15 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (6.42)$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (16,6 + 0,0 + 5,5 + 0,0) = 22,2\% \quad (6.43)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{11 + 03}{15 + 03} \times 100 = 77,7\% \quad (6.44)$$

6.3.4.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (11 * 2 + 03 * 8) + (03 * 1,5 + 00 * 3,0) + (00 * 1,0 + 00 * 2,0) + (01 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (46) + (4,5) + (0,5) \\ &= 51 \end{aligned}$$

6.3.4.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(51 * 10)}{(15 * 2 + (3 * 8))} = \frac{510}{54} = 9,4$$

6.3.4.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios \times Recém Adquiridos
A partir da análise do mapa com os conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos, apresentamos nesta seção se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos.

– **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)**

- * Sequência didática *definir* Número de aulas;
- * Sequência didática *definir* Tema;
- * Número de aulas *listar* Materiais necessários;
- * Tema *relacioná-los* Conteúdos;
- **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Parcialmente Correta)**
 - * Conteúdos definir Objetivos;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Sequência didática *é* Conjunto de atividades;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Objetivos educacionais;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Conteúdos;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Métodos de ensino;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Técnicas de ensino;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Recursos didáticos;
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Avaliação da aprendizagem;
 - * Contextualização *que relaciona* Conhecimento científico;
 - * Conhecimento científico *a conhecer* Mundo ao redor;
 - * Conhecimento científico *a gerar* Ações no cotidiano;
 - * Conhecimento científico *a gerar* Alfabetização científica;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Conjunto de atividades *possuindo* Avaliação do processo de aprendizagem;
 - * Sequência didática *podendo ser* Problematização;
 - * Problematização *que é* Conjunto de estratégias didáticas;
 - * Técnicas de ensino *buscando* Contextualização;
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (iii), critério 3 (parcialmente): dois conceitos recém-adquiridos foram relacionados, porém não há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa. E ao item (v), critério 5: há proposições reconciliadas identificadas por meio do processo de construção.
 - **Critério 3: (Proposição Reconciliada Inserida Correta)**
 - * Conjunto de estratégias didáticas *envolvendo* Conteúdos;
 - * Conjunto de estratégias didáticas *envolvendo* Métodos de ensino;
 - * Conjunto de estratégias didáticas *envolvendo* Técnicas de ensino;
 - **Critério 5: (Proposição Reconciliada Correta - Processo de Construção)**
 - * Problematização *que é* Conjunto de atividades;

6.4 ESTUDO DE CASO 3

Para o estudo de caso 3 apresentamos, na Seção 6.4.1, o roteiro sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas, na Seção 6.4.2, o mapa de referência construído pelo especialista da área assim como a ontologia de domínio e na Seção 6.4.3, o estudo de caso do Aprendiz 1. O levantamento dos dados do estudo de caso dos Aprendizes 2, 3 e 4 podem ser encontrados no **Apêndice M** deste texto.

6.4.1 Roteiro do Estudo de Caso: Conversão Eletromecânica de Energia - Estudos das Máquinas Elétricas Rotativas Síncronas

O roteiro para o *Estudo de Caso 3: conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas*, consiste na definição dos seguintes itens: objetivos do estudo, questão de pesquisa e definição do contexto. Os outros itens utilizados neste estudo de caso são os mesmos dos dois estudos de caso anteriores.

6.4.1.1 Objetivo Global. Este estudo de caso tem por objetivo confirmar que os critérios obtidos e definidos, utilizando o processo de construção de mapas, são suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa, quando almejamos realizar uma avaliação de mapas conceituais que considera a Teoria da aprendizagem significativa.

6.4.1.2 Objetivo do Estudo. O objetivo do estudo está definido na Figura 6.8 de acordo com o *template Goal-Question-Metric* (GQM) (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994).

Analisar: os critérios de avaliação de mapas utilizando por meio do processo de construção.

Com o propósito de: confirmar que os critérios elaborados de fato trazem informações indispensáveis para avaliação de mapas conceituais.

Com respeito a: organização estrutural do mapa e informações do histórico de construção do mapa.

Do ponto de vista: do pesquisador como instrutor, durante a apresentação dos conteúdos, e observador, durante a sua execução.

No contexto de: estudantes de graduação.

Figura 6.8 Objetivo do estudo de caso 3.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4.1.3 Questão de Pesquisa e Hipótese. A questão de pesquisa e as hipóteses nula e alternativa são apresentadas a seguir:

- **QP:** Os critérios elaborados são suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa quando almejamos realizar uma avaliação automática de aprendizagem significativa, que considere análise estrutural e semântica e a identificação das categorias-chave de Ausubel combinada com informações obtidas do processo de construção do mapa pelo aprendiz?
- **Hipótese Nula (HN):** Os critérios, a análise estrutural e semântica do mapa conceitual e a identificação das categorias-chave de Ausubel combinada com informações obtidas do processo de construção do mapa pelo aprendiz, não são suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa.
- **Hipótese Alternativa (HA):** Os critérios são suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa em uma avaliação automática de aprendizagem advindos da análise estrutural e semântica bem como pela identificação das categorias-chave de Ausubel e de outras informações obtidas no processo de construção do mapa conceitual.

6.4.1.4 Definição do Contexto. O estudo será conduzido em ambiente acadêmico com estudantes de graduação. Os estudantes são alunos do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário de Pato Branco (UNIDEP) na disciplina *Conversão Eletromecânica de Energia II*, ministrado pelo professor Lucas Gremonini. Lucas tem formação em Licenciatura em Matemática e Licenciatura Plena em Física pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) (2004 e 2009) e graduação em Engenharia Elétrica (Bacharelado) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Pato Branco (2017). Atuou como professor das disciplinas de Matemática e Física na rede pública do estado do Paraná (2008-2018) e atualmente é professor do Centro Universitário de Pato Branco - UNIDEP, em Pato Branco.

6.4.2 Mapa de Referência e Ontologia de Domínio

A Figura 6.9 mostra o mapa de referência construído pelo professor instrutor Lucas Gremonini sobre o conteúdo conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas. O **Apêndice N** mostra a ontologia de domínio sobre este conteúdo.

6.4.3 Análise dos Dados do Aprendiz 1

A Figura 6.10 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 1 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 1 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

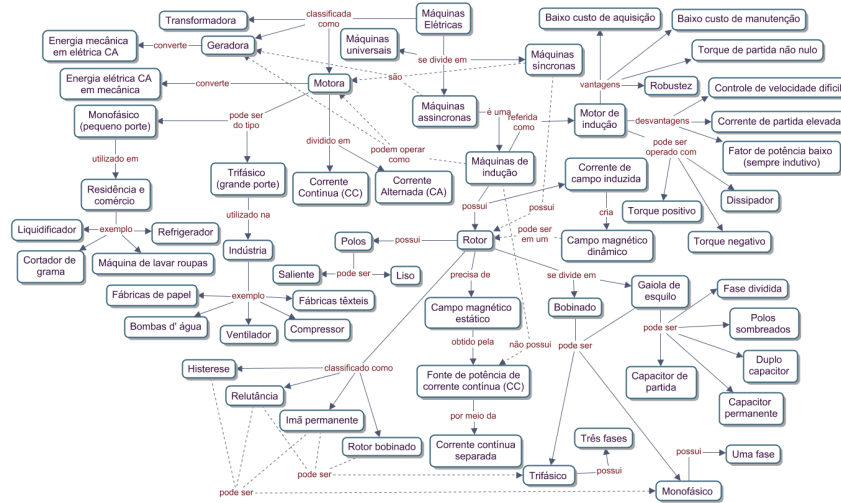


Figura 6.9 Mapa de referência sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas.

Fonte: Elaborado pelo professor instrutor.

A Figura 6.11 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 1. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 1 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

6.4.3.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela 6.17:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura 6.10).
- **Tabela 6.18:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.17.
- **Tabela 6.19:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.18.
- **Tabela 6.20:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11).
- **Tabela 6.21:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela 6.20.
- **Tabela 6.22:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela 6.21.

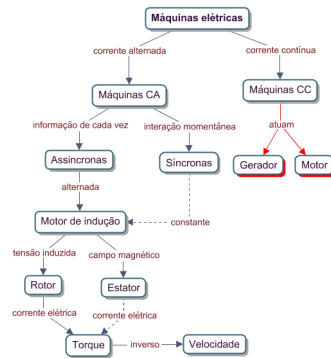


Figura 6.10 Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

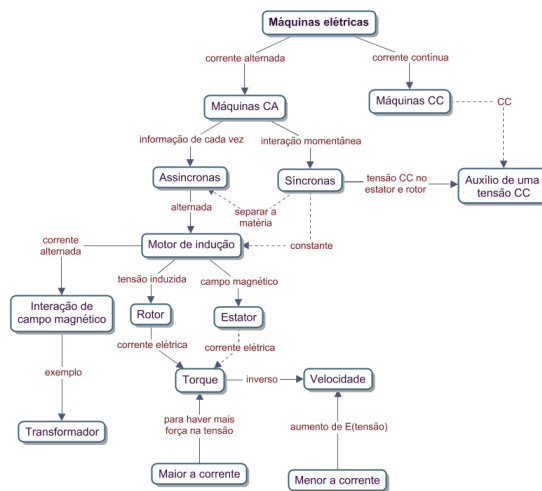


Figura 6.11 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

- **Tabela J.12:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Tabela 6.17: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- Máquinas elétricas <i>corrente alternada</i> Máquinas CA; - Máquinas elétricas <i>corrente contínua</i> Máquinas CC; - Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas; - Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas; - Assíncrona <i>alternada</i> Motor de indução;

continua na próxima página

Tabela 6.17: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Motor de indução <i>tensão induzida</i> Rotor; - Motor de indução <i>campo magnético</i> Estator; - Rotor <i>corrente elétrica</i> Torque; - Torque <i>inverso</i> Velocidade;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	- Máquinas CC <i>atuam</i> Gerador; - Máquinas CC <i>atuam</i> Motor;
Proposição reconciliada inexistente	- Síncronas <i>constante</i> Motor de indução; - Estator <i>corrente elétrica</i> Torque;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.17 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Tabela 6.18.

Tabela 6.18: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.17.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>corrente alternada</i> Máquinas CA; - Máquinas elétricas <i>corrente contínua</i> Máquinas CC; - Assíncrona <i>alternada</i> Motor de indução; - Motor de indução <i>tensão induzida</i> Rotor; - Motor de indução <i>campo magnético</i> Estator; - Rotor <i>corrente elétrica</i> Torque; - Torque <i>inverso</i> Velocidade;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas; - Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas;
Proposição ramificada correta (Processo de construção)	- Máquinas CC <i>atuam</i> Gerador; - Máquinas CC <i>atuam</i> Motor;
Proposição reconciliada correta	- Síncronas <i>constante</i> Motor de indução;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Estator <i>corrente elétrica</i> Torque;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas e incorretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.19.

Tabela 6.19: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela 6.18.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas;	PRaPC ₂	- Máquinas CA <i>interação de cada vez</i> Assíncronas;
- Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas;	PRaPC ₂	- Máquinas CA <i>interação instantânea</i> Síncronas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

<Estator *corrente elétrica* Torque>

Tabela 6.20: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>corrente alternada</i> Máquinas CA; - Máquinas elétricas <i>corrente contínua</i> Máquinas CC; - Assíncrona <i>alternada</i> Motor de indução; - Motor de indução <i>tensão induzida</i> Rotor; - Motor de indução <i>campo magnético</i> Estator; - Rotor <i>corrente elétrica</i> Torque; - Torque <i>inverso</i> Velocidade;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas; - Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas;
Proposição reconciliada correta	- Síncronas <i>constante</i> Motor de indução;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Estator <i>corrente elétrica</i> Torque;
Proposição ramificada inexistente	- Síncronas <i>tensão CC no estator e rotor</i> Auxílio de uma tensão CC; - Maior a corrente <i>para haver mais força na tensão</i> Torque; - Menor a corrente <i>aumento de E(tensão)</i> Velocidade; - Motor de indução <i>corrente alternada</i> Interação de campo magnético; - Interação de campo magnético <i>exemplo</i> Transformador;
Proposição reconciliada inexistente	- Máquinas CC <i>CC</i> Auxílio de uma tensão CC; - Síncrona <i>separar a matéria</i> Assíncrona;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.21 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela 6.20.

Tabela 6.21: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela 6.20.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>corrente alternada</i> Máquinas CA; - Máquinas elétricas <i>corrente contínua</i> Máquinas CC; - Assíncrona <i>alternada</i> Motor de indução; - Motor de indução <i>tensão induzida</i> Rotor; - Motor de indução <i>campo magnético</i> Estator; - Rotor <i>corrente elétrica</i> Torque; - Torque <i>inverso</i> Velocidade; - Motor de indução <i>corrente alternada</i> Interação de campo magnético; - Interação de campo magnético <i>exemplo</i> Transformador;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas; - Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas; - Síncronas <i>tensão CC no estator e rotor</i> Auxílio de uma tensão CC; - Maior a corrente <i>para haver mais força na tensão</i> Torque; - Menor a corrente <i>aumento de E(tensão)</i> Velocidade;
Proposição reconciliada correta	- Síncronas <i>constante</i> Motor de indução;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Estator <i>corrente elétrica</i> Torque; - Máquinas CC <i>CC</i> Auxílio de uma tensão CC; - Síncrona <i>separar a matéria</i> Assíncrona;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela 6.22.

Tabela 6.22: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela 6.21.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Síncronas <i>tensão CC no estator e rotor</i> Auxílio de uma tensão CC;	PRaPC ₄	- Auxílio de uma tensão CC <i>tensão CC no rotor</i> Síncronas;
- Maior a corrente <i>para haver mais força na tensão</i> Torque;	PRaPC ₃	- Maior a corrente <i>tensão maior</i> Torque maior;
- Menor a corrente <i>aumento de E(tensão)</i> Velocidade;	PRaPC ₃	- Menor a corrente <i>redução de E(tensão)</i> Reducao de velocidade;
- Máquinas CC <i>CC</i> Auxílio de uma tensão CC;	PRaPC ₄	- Auxílio de uma tensão CC <i>tensão CC</i> Máquinas CC;
- Síncrona <i>separar a matéria</i> Assíncrona;	PRaPC ₂	- Síncrona <i>sem relação conceitual</i> Assíncrona;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.23: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura 6.10) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Interação de campo magnético <i>exemplo</i> Transformador; - Motor de indução <i>corrente alternada</i> Interação de campo magnético;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Síncronas <i>tensão CC no estator e rotor</i> Auxílio de uma tensão CC; - Maior a corrente <i>para haver mais força na tensão</i> Torque; - Menor a corrente <i>aumento de E(tensão)</i> Velocidade;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Máquinas CC <i>CC</i> Auxílio de uma tensão CC; - Síncrona <i>separar a matéria</i> Assíncrona;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura 6.10) (Processo de construção)	- Máquinas CC <i>atuam</i> Gerador; - Máquinas CC <i>atuam</i> Motor;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Máquinas elétricas <i>corrente alternada</i> Máquinas CA; - Máquinas elétricas <i>corrente contínua</i> Máquinas CC; - Assíncrona <i>alternada</i> Motor de indução; - Motor de indução <i>tensão induzida</i> Rotor; - Motor de indução <i>campo magnético</i> Estator; - Rotor <i>corrente elétrica</i> Torque; - Torque <i>inverso</i> Velocidade;
Proposição correta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Síncronas <i>constante</i> Motor de indução;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Máquinas CA <i>informação de cada vez</i> Assíncronas; - Máquinas CA <i>interação momentânea</i> Síncronas;
Proposição parcialmente correta e incorreta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura 6.11)	- Estator <i>corrente elétrica</i> Torque;

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4.3.2 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de aprendizagem mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critério 2, ou seja, há adição de novos conceitos,

porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4, ou seja, há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.

- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Interação de campo magnético *exemplo* Transformador;
 - * Motor de indução *corrente alternada* Interação de campo magnético;
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Síncronas *tensão CC no estator e rotor* Auxílio de uma tensão CC;
 - * Maior a corrente *para haver mais força na tensão* Torque;
 - * Menor a corrente *aumento de E(tensão)* Velocidade;
 - **Critério 4: (Proposição Ramificada Correta - Processo de Construção)**
 - * Máquinas CC *atuam* Gerador;
 - * Máquinas CC *atuam* Motor;
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (i), critérios 2 e 3 (parcialmente), ou seja, os conceitos recém-adquiridos estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio) e há ausência de novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa; ao item (ii), critérios 2 e 3 (parcialmente), ou seja, os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio), porém há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa;

Item (i):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Máquinas CC *CC* Auxílio de uma tensão CC;

Item (ii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Síncrona *separar a matéria* Assíncrona;

6.4.4 Considerações sobre os Estudos de Caso

Para identificar indícios de aprendizagem, além de avaliar o mapa de forma estrutural e semanticamente, também analisamos as proposições inseridas e excluídas durante o processo de construção do mapa. Desta forma, a questão de pesquisa definida nos estudos de caso é respondida analisando as métricas definidas na Seção 6.2.1.4 que contemplam

Tabela 6.24 Novos critérios para avaliar mudanças na estrutura cognitiva do aprendiz.

Critério	Descrição	Tipo de Proposição
Mapa Conceitual (Processo de Construção)		
4	Conceitos adicionados e relacionados no mapa conceitual são removidos	Proposição ramificada correta ou parcialmente correta
5	Novos relacionamentos adicionados entre conceitos no mapa conceitual são removidos	Proposição reconciliada correta ou parcialmente correta

exatamente as ações definidas na Tabela 5.2 relativas às categorias de proposições definidas na Tabela 5.1. Assim, a Tabela 5.3 deve ser estendida com dois novos critérios, mostrados na Tabela 6.24.

A partir destes novos critérios acrescentamos dois novos indícios de aprendizagem, definidos a seguir:

IRL4: Adição seguida de remoção de uma proposição pela diferenciação progressiva identificada ao longo do processo de construção. Ocorrência do *Critério 4*.

IML4: Adição seguida de remoção de uma proposição pela reconciliação integrativa identificada ao longo do processo de construção. Ocorrência do *Critério 5*.

Argumentamos que os indícios *IRL4* e *IML4* são relevantes porque durante a elaboração do mapa conceitual o aprendiz está construindo seu conhecimento e proposições ou relações inseridas e removidas, que não aparecem no mapa estático final, podem ser úteis para o professor compreender o processo cognitivo de aprendizagem do aprendiz. A observação do processo de construção do mapa conceitual trouxe informações adicionais tanto para o professor quanto para o aprendiz (para uma autoavaliação), que podem revelar como acontece (ou não) a evolução da aprendizagem. Consequentemente, esse processo permite identificar diferentes construções conceituais a partir da observação da construção e reconstrução das proposições, características de cada aprendiz, indicando também erros conceituais cometidos durante a construção do conhecimento.

Nosso método proposto traz dados sobre todas as proposições construídas pelo aprendiz, avaliando se elas estão corretas, incorretas ou parcialmente corretas, seja através do mapa estático, seja observando o processo de construção. Esses dados podem ser utilizados pelo professor para realizar uma avaliação qualitativa da aprendizagem significativa. Por exemplo, no estudo de caso 1, aprendiz 1, foi observado que o aprendiz removeu duas proposições ramificadas corretas no mapa de conhecimentos prévios:

<Objetivo que possibilite a Criticidade>
<Objetivo que possibilite a Autonomia>

No entanto, também foi observado que o aprendiz manteve em seu mapa de conhecimentos recém adquiridos três proposições ramificadas avaliadas como incorretas:

<Conteúdo que deve ser Significativo>
<Avaliações que estimule Habilidades>
<Avaliações que estimule Competências>

Também foram observados que o aprendiz construiu proposições corretas não previstas pelo professor em seu mapa de referência, por exemplo:

- <Planejamento aonde se constrói Recursos>
- <Planejamento aonde se constrói Técnicas>
- <Avaliações possibilitando a Reflexão do processo>
- <Avaliações podendo ser Formativa>
- <Avaliações podendo ser Somativa>
- <Avaliações podendo ser Diagnóstica>
- <Avaliações podendo ser Processual>

Essas informações fornecidas ao professor podem ajudá-lo a compreender melhor como o aprendiz constrói e reconstrói o conhecimento, o que permite também mudar os métodos em suas práticas de ensino-aprendizagem, voltada para um ensino mais individualizado. Também pode ajudar o professor a enriquecer seu mapa de referência com informações construídas pelos aprendizes. Acreditamos que fornecer indícios de aprendizagem ao professor obtidos através do processo de construção do mapa pode ajudar na tarefa de avaliação, uma vez que o processo traz informações sobre os processos cognitivos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa como também mostra a construção do conhecimento do aprendiz e dos erros conceituais que ele comete durante esse processo. Enfatizamos que os indícios de aprendizagem apoiam o professor em uma avaliação qualitativa.

Os resultados dos estudos de caso demonstraram que a partir da análise sintática e semântica novos indícios de aprendizagem não foram encontrados. Esse fato é verificado no estudo de caso 3, que analisou se os critérios elaborados eram suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa. No que diz respeito ao processo de construção do mapa, foram identificados novos indícios que fizeram com que outros critérios fossem incorporados ao método de avaliação de mapas proposto nesta tese. Não podemos afirmar a completude dos critérios porque os mapas conceituais representam construções cognitivas que são processos idiossincráticos e é difícil prever todos os tipos de construções possíveis. Contudo, argumentamos que os critérios definidos cobrem um grande número de casos e são, portanto, eficazes para encontrar indícios de aprendizagem.

6.5 AVALIAÇÃO QUALITATIVA × AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Apresentamos nesta seção um comparativo entre a avaliação qualitativa e quantitativa dos estudos de casos 1 e 2 apresentados anteriormente. O objetivo é mostrar se existe alguma relação entre as notas obtidas na avaliação quantitativa com as classificações de indícios de aprendizagem, obtidas na avaliação qualitativa. A Tabela 6.25 apresenta os dados do estudo de caso 1 e a Tabela 6.26 apresenta os dados do estudo de caso 2.

Tabela 6.25: Estudo de caso 1: relação entre avaliação qualitativa e quantitativa.

	Nota conhecimento prévio	Nota conhecimento recém adquirido	Índice aprendizagem mecânica	Índice aprendizagem significativa
Aprendiz 1	9,4	9,6	✓	✗
Aprendiz 2	8,2	7,5	✓	✓
Aprendiz 3	5,4	6,2	✓	✓
Aprendiz 4	9,2	9,7	✓	✓

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.26: Estudo de caso 2: relação entre avaliação qualitativa e quantitativa.

	Nota conhecimento prévio	Nota conhecimento recém adquirido	Índice aprendizagem mecânica	Índice aprendizagem significativa
Aprendiz 1	9,6	9,6	✗	✗
Aprendiz 2	7,1	8,0	✓	✗
Aprendiz 3	6,3	6,9	✓	✗
Aprendiz 4	9,5	9,4	✓	✓
Aprendiz 5	8,7	8,0	✓	✓

Fonte: Elaborado pelo autor.

Devemos lembrar que, para obter a nota do mapa do aprendiz estamos considerando as proposições ramificadas e reconciliadas corretas e as parcialmente corretas construídas por ele. Portanto, a nota obtida não tem relação com a quantidade de proposições construídas no mapa do professor instrutor, mas sim pelas proposições que o aprendiz conseguiu construir, verificando a sua correção com o mapa do professor.

Partindo dessa premissa, podemos verificar em ambas as tabelas (Tabelas 6.25 e 6.26) que não é possível estabelecer uma relação entre a nota obtida pelo aprendiz e o resultado da avaliação qualitativa. Vamos analisar alguns casos:

Caso 6.1: No estudo de caso 1, o aprendiz 1 obteve quase a nota máxima em ambos os mapas na avaliação quantitativa (nota 9,4 no mapa com os conhecimentos prévios e 9,6 no mapa com o conhecimentos recém adquiridos). No entanto, na avaliação qualitativa foi apontado apenas índice de aprendizagem mecânica.

Caso 6.2: No estudo de caso 1, observando a nota do aprendiz 3 (nota 5,4 no mapa com os conhecimentos prévios e 6,2 no mapa com o conhecimentos recém adquiridos), ele obteve uma nota inferior se comparado com o aprendiz 1. No entanto, para esse aprendiz foi apontado índices de aprendizagem mecânica e significativa.

O aprendiz 3 obteve uma nota baixa, pois ele removeu muitas proposições corretas no mapa de conhecimentos recém adquiridos quando comparado com o mapa de conhecimentos prévios. Ele removeu 15 proposições ramificadas corretas ou parcialmente corretas e

04 reconciliadas corretas. No entanto, ele inseriu apenas 13 proposições ramificadas corretas e 03 parcialmente corretas. Além disso, ele manteve apenas 06 proposições ramificadas corretas em seu mapa. Mas, como o aprendiz inseriu 8 proposições reconciliadas corretas, isso ajudou com que sua nota aumentasse de 5,4 para 6,2 e, também fosse identificado indícios de aprendizagem significativa. Este fato demonstra como a avaliação quantitativa vem complementar a avaliação qualitativa, uma vez que a avaliação qualitativa é importante para entender como ocorre o processo de construção do conhecimento do aprendiz.

Outro fator que pode ajudar a entender melhor o motivo da sua nota ser baixa em comparação, por exemplo, com o aprendiz 1 está na porcentagem de acertos dos seus mapas. Comparando as porcentagens de acertos nos mapas dos aprendizes 1 e 3 temos:

- aprendiz 1:
 - mapa de conhecimentos prévios: 87,5%
 - mapa de conhecimentos recém adquiridos: 90,7%

- aprendiz 3:
 - mapa de conhecimentos prévios: 57,7%
 - mapa de conhecimentos recém adquiridos: 65,0%

Analisando as porcentagens de acertos podemos concluir que o aprendiz 3 teve uma porcentagem de acertos inferior em relação ao aprendiz 1.

Esse fato se deve pois, no Caso 6.1 o aprendiz construiu uma grande quantidade de proposições ramificadas corretas ou parcialmente corretas, mas não foi capaz de construir proposições cruzadas em seu mapa. Neste caso, temos basicamente um mapa construído pelo processo da diferenciação progressiva mas não pelo processo da reconciliação integrativa. Já no Caso 6.2 o aprendiz construiu menos proposições ramificadas corretas ou parcialmente corretas, como também construiu proposições ramificadas incorretas, no entanto, o aprendiz foi capaz de construir proposições cruzadas em seu mapa. Essas relações foram construídas de duas formas: entre proposições já existentes no mapa de conhecimentos prévios como também relacionou conceitos construídos no mapa de conhecimentos recém adquiridos com conceitos já existentes (advindos do mapa de conhecimentos prévios).

Caso 6.3: Observando o estudo de caso 2, com exceção do aprendiz 3, todos os outros obtiveram nota acima de 8,0 no mapa de conhecimentos recém adquiridos, no entanto, apenas para os aprendizes 4 e 5 foi possível apontar indícios de aprendizagem significativa.

Caso 6.4: Um caso particular ocorre no estudo de caso 2 com o aprendiz 1, que obteve nota 9,6 mas não foi possível apontar nem indícios de aprendizagem mecânica. Este fato ocorre, pois, o aprendiz entregou o mesmo mapa conceitual (mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos), ou seja, não apresentou mudanças em sua estrutura cognitiva quando feita uma avaliação qualitativa entre os dois mapas.

Estes quatro casos apresentados neste seção mostram como realizar uma avaliação puramente quantitativa não traz informações suficientes quando almejamos buscar indícios de aprendizagem significativa.

Além disso, também foi realizado o terceiro estudo de caso como objetivo de confirmar se os critérios obtidos e definidos eram suficientes para identificar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa. Nesta perspectiva, estávamos querendo verificar a existência de novos critérios, além daqueles já identificados em relação aos mapas conceituais, que pudessem implicar em novos indícios de aprendizagem mecânica ou significativa.

Em todos os aprendizes, foi possível identificar indícios de aprendizagem mecânica, seguindo os critérios 1 e 2, como também indícios de aprendizagem significativa, seguindo os critérios 3 e 4. Porém, analisando os mapas conceituais dos quatro aprendizes, não foi possível identificar novos critérios que levassem a novos indícios de aprendizagem. Podem ser levantadas duas possíveis razões: (i) no modelo proposto os critérios definidos são suficientes para apontar os indícios de aprendizagem mecânica e significativa; (ii) podem haver outros critérios que levem a novos indícios de aprendizagem, mas no nosso modelo e a forma como o estudo de caso foi conduzido, não foi possível encontrar novos indícios.

6.6 CONCLUSÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso exploraram os critérios definidos na Seção 5.3.2 a partir da avaliação mapas conceituais utilizando a análise estrutural e semântica, a reestruturação da estrutura cognitiva, e dos erros conceituais para investigar a existência de novos critérios identificados por meio do processo de construção dos mapas, como forma de obter novos indícios de aprendizagem significativa. A observação da construção das proposições do mapa, durante o processo de construção, além de possibilitar a identificação das categorias-chave, trouxe também informações adicionais que não seriam identificadas na análise apenas do mapa estático final. Essas informações adicionais foram importantes para identificar novos indícios da aprendizagem significativa. Por exemplo, no estudo de caso 1, aprendiz 3, alguns dos indícios de aprendizagem mecânica foram obtidas pelas proposições ramificadas corretas e parcialmente corretas identificadas no processo de construção do mapa. No aprendiz 4, os indícios de aprendizagem significativa foram obtidos através das proposições reconciliadas corretas identificadas durante processo de construção do mapa e que, portanto, não aparecem no mapa final estático do aprendiz. No estudo de caso 2, aprendiz 4, um dos indícios de aprendizagem significativa também foi obtido pela identificação da proposição reconciliada correta no processo de construção. Estes casos mostram como o processo de construção do mapa pode revelar informações que não estão no mapa final estático com indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

Neste sentido, os três estudos de caso apresentados neste capítulo forneceram informações empíricas de como as mudanças conceituais, que ocorrem na estrutura cognitiva de um aprendiz, podem ser analisadas por meio da análise estrutural e semântica e do processo de construção dos mapas, mostrando indícios de aprendizagem.

“ Tudo evolui; não há realidades eternas: tal como não há verdades absolutas.”

(Friedrich Nietzsche)

“Humano, demasiado Humano”

UM FRAMEWORK CONCEITUAL PARA AVALIAÇÃO AUTOMÁTICA DE MAPAS CONCEITUAIS

Este capítulo apresenta uma das contribuições desta tese que consiste em um framework conceitual que representa o fluxo de dados para o processo de avaliação de mapas conceituais baseado no modelo apresentado no Capítulo 5. Na Seção 7.1, é apresentada uma visão geral do framework proposto. Na Seção 7.2, são apresentados os detalhes do framework. A seção 7.3 traz a conceituação de ontologias de domínio utilizadas no framework. A Seção 7.4 trata da complexidade da comparação entre mapas conceituais. Por último, a Seção 7.5 mostra como representar mapas conceituais em árvores de busca binárias.

7.1 VISÃO GERAL DO FRAMEWORK

A ideia central desta abordagem está baseada no uso de mapas conceituais e ontologias de domínio, sendo projetada para apoiar avaliações sistemáticas de aprendizagem centrada no aprendiz. O objetivo do framework é fornecer um arcabouço sobre a organização e estruturação de um processo avaliativo de mapas conceituais, que representa o fluxo de dados das etapas da avaliação, a fim de apoiar a implementação de sistemas computacionais. O diagrama de pacotes da Figura 7.1 apresenta uma visão geral do framework conceitual proposto, dividido em quatro módulos que serão detalhados na Seção 7.2:

- *Processo de construção de mapas*: este módulo é responsável pelo processo de construção do mapa de conhecimentos prévio e do mapa de conhecimentos recém adquiridos, ambos decorados com informações observadas no processo de construção, como por exemplo, as categorias-chave de Ausubel. Ele fornece os mapas conceituais construídos para os módulos *avaliação das mudanças conceituais* e *avaliação das proposições*;

- *Repositório*: este módulo é responsável por armazenar as ontologias dos mapas dos aprendizes bem como as ontologias dos mapas de referência e a estrutura de erros, que serão utilizados no módulo *avaliação das proposições*;
- *Avaliação das proposições*: este módulo é responsável por avaliar a correção das proposições dos mapas do aprendiz construídos no módulo *processo de construção de mapas* e utiliza as ontologias do módulo *repositório*. Este módulo encapsula três pacotes: comparação entre as proposições dos mapas (aprendiz x referência), comparação entre as proposições do mapa, e na estrutura de erros e classificação das proposições quanto a sua correção;
- *Avaliação das mudanças conceituais*: este módulo é responsável por avaliar as mudanças conceituais entre os mapas de conhecimentos prévio e recém adquiridos construídos no módulo *processo de construção de mapas* e considera a correção das proposições avaliadas no módulo *avaliação das proposições*. Este módulo encapsula dois pacotes: comparação entre as proposições do mapa (previo e recém adquiridos) e identificação dos indícios de aprendizagem.

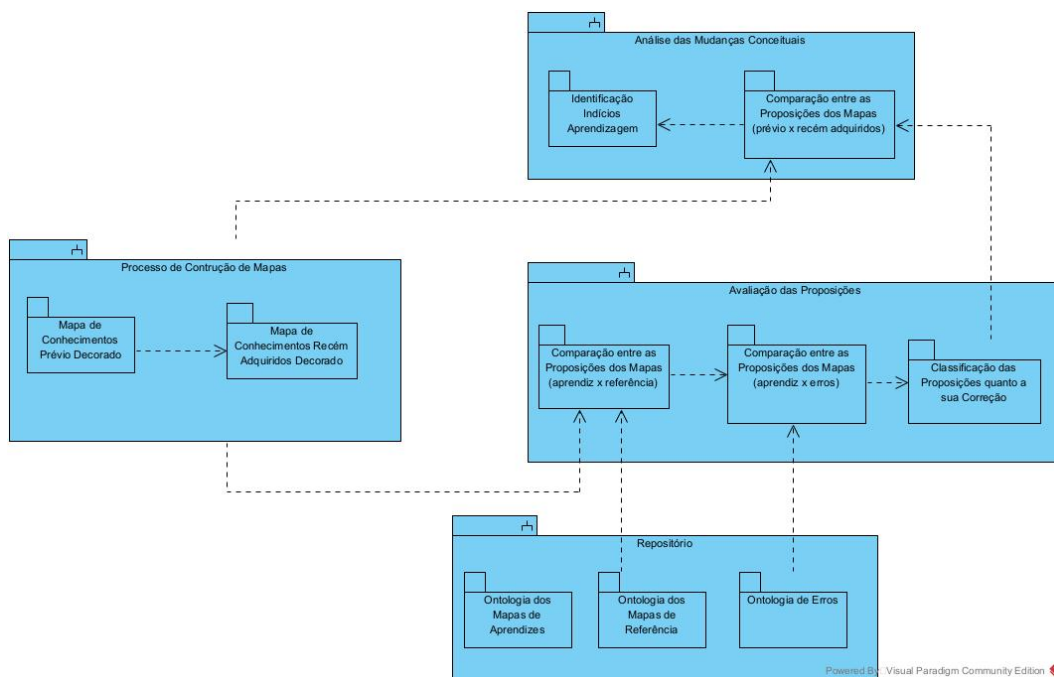


Figura 7.1 Diagrama de pacotes sobre a visão geral do framework conceitual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

7.2 DETALHAMENTO DO FRAMEWORK

Nesta seção, é apresentado em detalhes o fluxo de dados de cada módulo do framework.

- **Processo de Construção de Mapas (Figura 7.2).** O módulo processo de construção de mapas tem por objetivo capturar os processos de construção dos mapas conceituais do aprendiz para acrescentar informações (decorar) no mapa de conhecimentos prévio e no mapa de conhecimentos recém adquiridos.

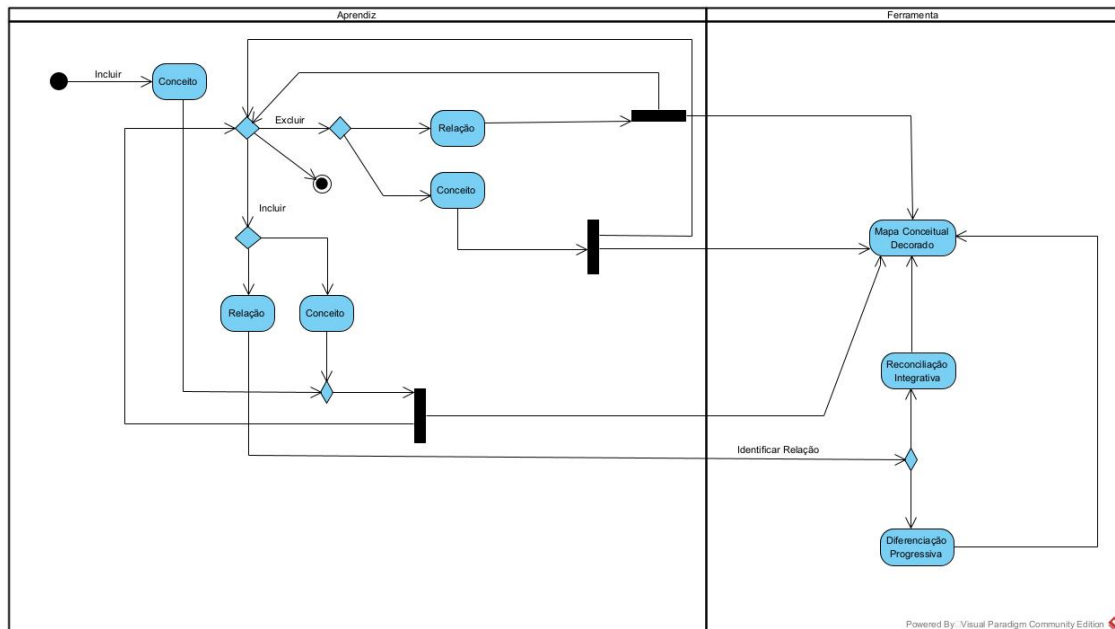


Figura 7.2 Diagrama de Atividades para o Processo de Construção de Mapas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este módulo possui três funcionalidades principais, dividida em dois processos:

1. processo *aprendiz*: capturar a construção do mapa pelo aprendiz;
2. processo *ferramenta*: identificar as categorias-chave de Ausubel e identificar as proposições inseridas e removidas durante a construção do mapa e que não aparecem no mapa final.

No processo *aprendiz* são realizadas as ações feitas pelo aprendiz na construção do seu mapa conceitual. O processo *ferramenta* funciona como um processo observador e toda ação executada pelo aprendiz durante a construção do mapa é monitorada pela ferramenta que identifica e marca no mapa as categorias-chave como também a exclusão de proposições e conceitos. Por exemplo: quando o aprendiz inclui uma relação, a ferramenta a decora como diferenciação progressiva ou como reconciliação integrativa; se um aprendiz remove um conceito ou relação em seu mapa, então a ferramenta decora como excluída.

Como resultado desse processo, temos como saída um mapa conceitual decorado, no qual todas as proposições são reconhecidas como sendo diferenciação progressiva ou reconciliação integrativa, e as proposições que não estão no mapa final estão

decoradas como sendo do processo de construção. O mapa decorado é fornecido ao módulo avaliação das proposições para ser comparado com as proposições do mapa de referência e analisar a correção das proposições e ao módulo análise das mudanças conceituais, para avaliar as mudanças entre o mapa de conhecimentos prévio e o mapa de conhecimentos recém adquiridos.

- **Módulo Repositório.** O módulo repositório é responsável por armazenar os mapas conceituais em ontologias de domínio.

Este módulo é composto por:

1. **Ontologia do mapa de referência.** Representa uma ontologia de domínio desenvolvida por especialista (por exemplo, professor) sobre um determinado domínio de conhecimento. Um mapa conceitual de referência pode ser obtido a partir da transformação da ontologia de referência;
2. **Estrutura de erros.** Representa uma estrutura formal de erros comuns cometidos por aprendizes e detectados por um especialista. Esta estrutura pode ser utilizada para ajudar a identificar proposições que possuem erros conceituais dentro de um processo avaliativo automatizado;
3. **Ontologias dos mapas de aprendizes.** Representa as ontologias de domínio geradas a partir dos mapas (prévio e recém adquiridos) construídos pelos aprendizes.

Ressaltamos que algoritmos para transformações de ontologias para mapas conceituais já foram criados e implementados por Graudina e Grundspenkis (2008), Graudina (2008). Nesta tese de doutorado, utilizamos a mesma abordagem desses trabalhos, ou seja, os mapas conceituais são construídos por transformações de ontologias de domínio apropriadas, se estas estiverem disponíveis. Caso contrário, os mapas devem ser criados por um especialista ou professor da área e, dessa forma, transformados em uma ontologia para serem armazenadas no repositório de ontologias de referência.

- **Módulo de Avaliação das Proposições (Figura 7.3).** O módulo de avaliação das proposições tem por finalidade avaliar a correção das proposições do mapa do aprendiz em relação ao mapa conceitual de referência e da estrutura de erros.

1. **Comparação entre as proposições do mapa (mapa conceitual decorado do aprendiz × mapa de referência).** Este módulo recebe do módulo processo de construção um mapa decorado. Nesta etapa as proposições podem ser classificadas em: *corretas*, aquelas pertencentes ao mapa ou ontologia de referência; *incompletas*, aquelas que faltam algum tipo de informação, por exemplo, não foi definida a semântica da relação entre dois conceitos; e *inexistentes*, aquelas que não pertencem ao mapa de referência.
2. **Análise das proposições inexistentes (proposições inexistentes × estrutura de erros).** Representa a etapa em que é verificado se as proposições

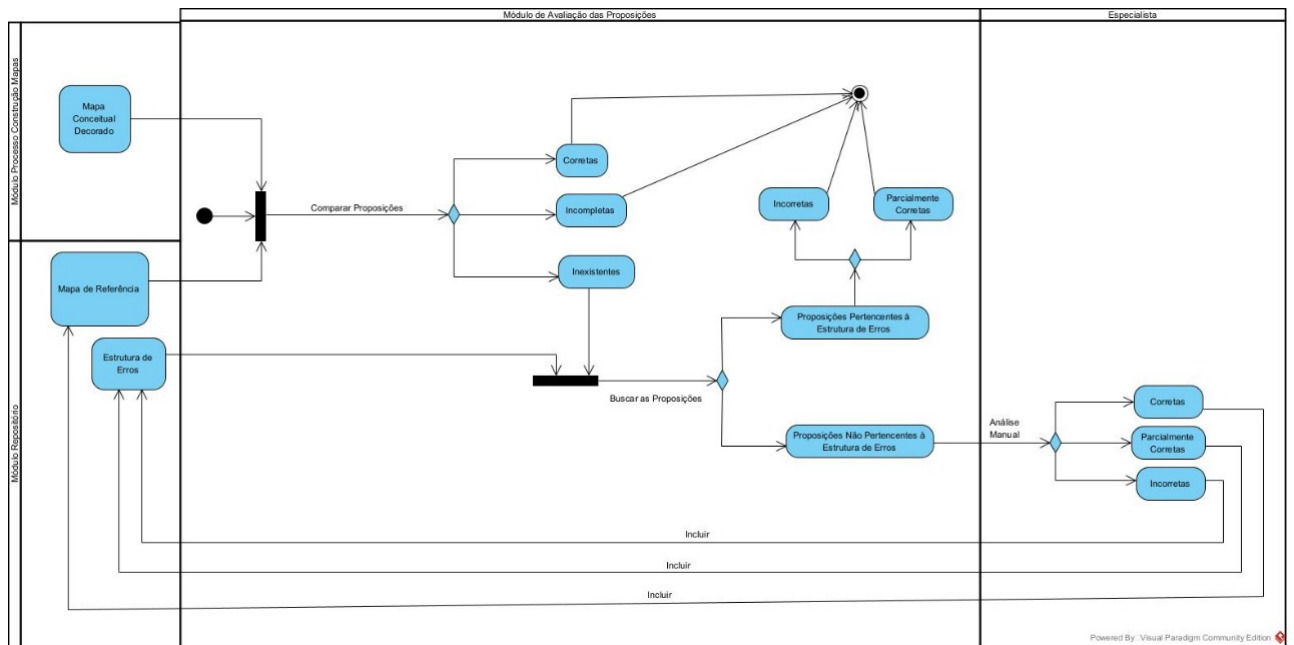


Figura 7.3 Diagrama de Atividades para a Avaliação das Proposições.

Fonte: Elaborado pelo autor.

identificadas como inexistentes na etapa anterior estão na estrutura de erros. Dessa forma, as proposições podem ser classificadas em:

- **Proposição pertencente à estrutura de erros.** Caso a proposição pertença à estrutura de erros, então ela é classificada como *incorreta*, ou seja, tanto os conceitos quanto a relação foram definidos incorretamente; ou *parcialmente correta*, aquelas em que pelo menos um dos conceitos ou a relação foi definido incorretamente.
- **Proposição não pertencente à estrutura de erros.** Caso a proposição não pertença à estrutura de erros, então uma mensagem deve ser enviada ao especialista solicitando que a análise precisa ser feita manualmente. Neste caso, a proposição será classificada como:
 - * **Proposição incorreta ou parcialmente correta.** Alimenta o repositório da estrutura de erros;
 - * **Proposição correta.** Alimenta o repositório de ontologias de referência.

A estrutura de erros e de referência podem ser alimentadas quando existe uma proposição não prevista pelo especialista no seu mapa de referência ou que ainda não consta na estrutura de erros. Com isso, o objetivo de alimentar os repositórios é permitir que um sistema de avaliação se torne cada vez mais robusto.

- **Módulo Análise das Mudanças Conceituais (Figura 7.4).** O módulo análise

das mudanças conceituais tem como objetivo avaliar as mudanças conceituais entre o mapa decorado de conhecimentos prévios e o mapa decorado de conhecimentos recém adquiridos advindos do módulo processo de construção de mapas. Para identificar as mudanças que ocorrem entre os mapas conceituais são utilizadas as proposições classificadas como inseridas, removidas ou mantidas, como também a corretude das proposições advindas do módulo de avaliação das proposições. Neste caso, por exemplo, uma proposição pode ser inserida de forma correta, incorreta ou parcialmente correta. A partir dessas informações é possível identificar:

- Não aprendizagem;
- Indícios de aprendizagem mecânica;
- Indícios de aprendizagem significativa.

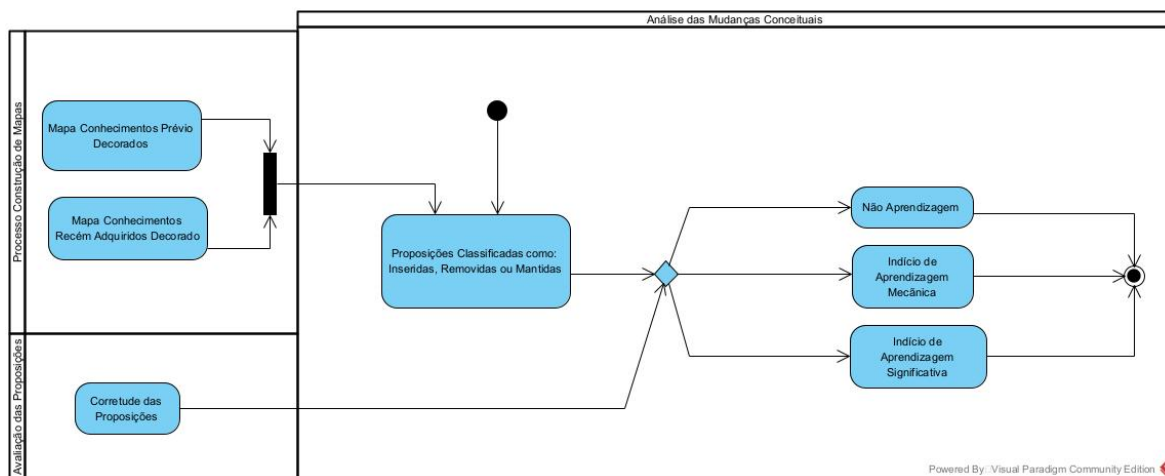


Figura 7.4 Diagrama de Atividades para a Análise das Mudanças Conceituais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nosso framework difere dos trabalhos encontrados na literatura, devido a inclusão de:

1. *uma estrutura de erros*, que é responsável por armazenar erros conceituais já detectados por especialistas que são cometidos por aprendizes durante a avaliação.
2. módulo *processo de construção de mapas*, que permite identificar as categorias-chave de Ausubel e as proposições identificadas no processo de construção e que não aparecem no mapa final;
3. módulo *avaliação das mudanças conceituais*, que permite que indícios de aprendizagem sejam identificados utilizando as categorias de proposições (ver Tabela 5.1) que podem ocorrer num mapa conceitual.

O framework proposto nesta tese apresenta um arcabouço conceitual para construção de sistemas computacionais que realize a avaliação de mapas conceituais através da identificação de indícios de aprendizagem de forma semiautomática. Com isso, ferramentas desenvolvidas com base no framework podem auxiliar o professor na atividade de avaliação qualitativa e quantitativa de mapas conceituais, fornecendo um conjunto de informações, que revela a forma como o aprendiz constrói seu conhecimento. O processo de avaliação, que tem como um dos objetivos diagnosticar lacunas de aprendizagem, pode gerar uma grande quantidade de dados que precisa ser tratada e interpretada para fornecer informações sobre a construção do conhecimento do aprendiz.

7.3 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO

Ontologias de domínio descrevem conceituações e vocabulários relacionados a domínios particulares, tais como a computação, a medicina e o direito, por exemplo. Para Guizzardi (2000), este é o tipo de ontologia mais comum, geralmente construída para representar um *micro-mundo* (um domínio específico).

A idéia de usar ontologias de domínio na computação não é nova. Atualmente, as ontologias são usadas para diversos fins e muitas pesquisas têm sido feitas, especialmente na área de gerenciamento do conhecimento (CHANDRASEKARAN; JOSEPHSON; BENJAMINS, 1999; BARD; RHEE, 2004; O'LEARY, 2000). Elas têm sido utilizadas para realizar a organização das informações gerando uma base de conhecimento compartilhada com as descrições dos conceitos e seus relacionamentos.

Na área educacional, as ontologias podem ser usadas como interfaces de alto nível para atividades de navegação, adaptação, cooperação e compartilhamento de informação. Graudina e Grundspenkis (2008) apresentam algumas vantagens para o uso de ontologias na educação, são elas:

1. é uma ferramenta que pode armazenar os mapas conceituais formalmente;
2. uma ontologia, assim como um mapa conceitual, representa uma estrutura de conhecimento;
3. uma ontologia pode apoiar o raciocínio para a identificação das causas dos erros e conceitos estruturados erroneamente;
4. uma ontologia pode representar não apenas a definição de conceitos e a semântica de seus relacionamentos, mas também sinônimos de ambos. Isso pode aumentar a flexibilidade e adaptabilidade da avaliação do conhecimento, permitindo o uso de sinônimos;
5. por último, mas não menos importante, com o uso da Internet, é possível encontrar ontologias que correspondem a assuntos diversos. Seu uso pode ajudar os professores, na criação de cursos, a alcançar a compatibilidade da estrutura de conhecimento desejada com a ontologia correspondente.

A ontologia de domínio definida nesta tese é caracterizada pelos seguintes componentes:

- **Conceitos:** conjunto de ideias de um determinado domínio de aplicação que se pretende formalizar.
- **Relações Binárias:** representam as relações entre os conceitos do domínio. As relações binárias são estruturadas por três elementos:

<conceito *relação* conceito>

- **Semântica das Relações:** representam os significados das relações binárias ou das relações binárias componíveis.

O Quadro 7.1 apresenta um exemplo de uma ontologia de domínio.

1. **Conceitos:** {Ciclo da água, Condensação, Evaporação, Precipitação, Vapor d' água, Neblina, Geadas, Orvalho, Nuvem, Chuva, Neve, Granizo}.
2. **Relações binárias:** {<ciclo da água r_1 condensação>, <ciclo da água r_2 evaporação>, <ciclo da água r_3 precipitação>, <condensação r_4 neblina>, <condensação r_5 geada>, <condensação r_6 orvalho>, <condensação r_7 nuvem>, <evaporação r_8 vapor d' água>, <vapor d' água r_9 neblina>, <vapor d' água r_{10} geada>, <vapor d' água r_{11} orvalho>, <vapor d' água r_{12} nuvem>, <precipitação r_{13} chuva>, <precipitação r_{14} neve>, <precipitação r_{15} granizo>, <nuvem r_{16} chuva>, <nuvem r_{17} neve>, <nuvem r_{18} granizo>, <condensação r_{19} chuva>, <condensação r_{20} neve>, <condensação r_{21} granizo>},
3. **Semântica das relações:** r_1, r_2, r_3 : {tem como fase, tem como estágio}, r_4, r_5, r_6, r_7 : {forma, produz, ocasiona}, r_8, r_{22} : {produz, gera}, $r_9, r_{10}, r_{11}, r_{12}$: {é convertido em, transforma-se em}, r_{13}, r_{14}, r_{15} : {pode ser, pode aparecer como}, $r_{16}, r_{17}, r_{18}, r_{19}, r_{20}, r_{21}$: {provoca, causa}.

Quadro 7.1: Elementos de uma ontologia de domínio sobre o ciclo da água.

Fonte: Retirado e adaptado de Rocha et al. (2004).

A Figura 7.5 mostra o mapa conceitual sobre o ciclo da água correspondente a ontologia do Quadro 7.1.

7.4 COMPLEXIDADE DA COMPARAÇÃO ENTRE MAPAS CONCEITUAIS

Quando almejamos realizar a comparação entre mapas conceituais computacionalmente é preciso analisar a complexidade do processo de comparação. Neste sentido, discutimos sobre a complexidade computacional da comparação entre dois mapas conceituais através de *árvore de busca binária* que pode ser utilizada para análise dos mapas. Na Seção 7.5 é apresentado como representar mapas conceituais em árvores de busca binárias.

O trabalho de Souza et al. (2008) aborda o problema de comparação de mapas conceituais utilizando o problema de isomorfismo de grafos. Não é conhecido se o problema de isomorfismo de grafos pode ser solucionável em tempo polinomial, estando na classe NP (MCKAY, 1981).

Desta forma, nesta tese, optamos por utilizar árvore de busca binária balanceada AVL ao invés de isomorfismo para comparar dois mapas conceituais. As operações de busca, inserção e remoção de elementos numa árvore AVL possuem complexidade $O(\log n)$,

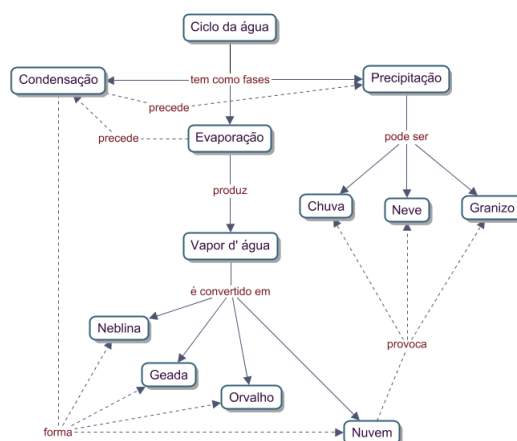


Figura 7.5 Mapa conceitual sobre o ciclo da água.

Fonte: Elaborado pelo autor.

uma vez que a altura de uma árvore AVL com n nós é $O(\log n)$. Além disso, estamos interessados em comparar as proposições do mapa do aprendiz com um mapa de referência ou estrutura de erros, quando a proposição não está no mapa de referência e pode ser um erro conceitual construído pelo aprendiz. As árvores de buscas binária nos permite analisar as proposições do mapa juntamente com a sua semântica. Apresentamos na Seção 7.5 como representar mapa conceitual em árvore de busca binária.

Não foram encontrados trabalhos que analisem a complexidade de transformação de mapas conceituais em ontologias e vice-versa. No entanto, na literatura, existem sistemas computacionais que implementam esse tipo de transformação através de ferramenta para avaliação de mapas conceituais. Este é o caso do *IKAS*, já apresentado no Capítulo 4 desta tese de doutorado, que utiliza um repositório de ontologias que são transformadas em mapas conceituais. *IKAS* utiliza o algoritmo proposto e implementado por Graudina e Grundspenkis (2008), para geração de mapas conceituais a partir de ontologias OWL. A ferramenta *CmapTools Ontology Editor* (COE), que é implementada no software *CmapTools*¹, fornece um ambiente para transformação de ontologia para mapa conceitual e vice-versa para visualização, edição e construção de ontologia usando mapas conceituais. Essas duas ferramentas exemplificam que os algoritmos para transformação em ontologias em mapas conceituais são factíveis na prática.

7.5 MAPAS CONCEITUAIS COMO ÁRVORES DE BUSCA BINÁRIAS

Nesta seção mostramos como representar mapas conceituais em árvores de busca binárias. Neste caso, utilizaremos as árvores AVL. O Exemplo 7.1 mostra o mapa conceitual da Figura 7.6 numa árvore de busca binária AVL.

¹CmapTools é um software livre para construção de mapas conceituais, desenvolvido pelo *Institute for human Machine Cognition* da Universidade de West Florida, sob a supervisão do Dr. Alberto J. Cañas.

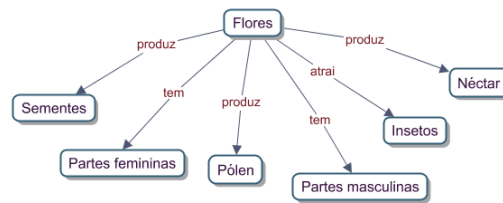


Figura 7.6 Exemplo de mapa conceitual utilizado para representar numa árvore AVL.

Fonte: Traduzido e adaptado de Kinchin e Hay (2000).

Exemplo 7.1: Por uma questão de facilidade, vamos enumerar todas as proposições da figura para representar os nós da árvore. O critério para ordenação dos é foi feita de forma aleatória.

- **Nó 1** - Flores *produz* Sementes;
- **Nó 2** - Flores *tem partes* Femininas;
- **Nó 3** - Flores *produz* Polen;
- **Nó 4** - Flores *tem partes* Masculinas;
- **Nó 5** - Flores *atrai* Insetos;
- **Nó 6** - Flores *produz* Nectar.

Começaremos a construir a árvore de busca a partir do conceito inicial do mapa conceitual: **Flores**. As proposições do mapa serão as chaves e o critério de balanceamento será a comparação entre duas proposições. Neste exemplo, utilizamos a função **strcmp()** da linguagem C, que compara duas strings.

A Figura 7.7 mostra o primeiro nó da árvore.



Figura 7.7 Inserção do primeiro nó na árvore.

O Nó 2 será o próximo a ser inserido na árvore. Comparando as proposições: **flores produz sementes** e **flores tem partes femininas** com a função **strcmp**, verificamos que o segundo nó será inserido à direita do primeiro nó, como mostra a Figura 7.8.

O próximo nó a ser inserido será o nó 3. Novamente, comparando as proposições: **flores produz sementes** e **flores produz polen** com a função **strcmp**, verificamos que o terceiro nó será inserido à esquerda do primeiro nó, como mostra a Figura 7.9.

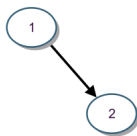


Figura 7.8 Inserção do segundo nó na árvore.

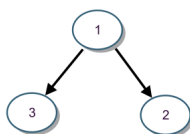


Figura 7.9 Inserção do terceiro nó na árvore.

Agora, comparando as proposições **flores produz sementes** e **flores tem partes masculinas**, o nó 4 deve ser inserido à direita e comparando as proposições **flores tem partes femininas** e **flores tem partes masculinas**, o nó 4 será inserido à direita do nó 2, como mostra a Figura 7.10.

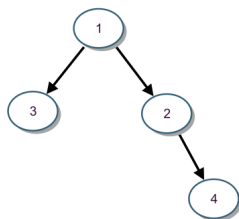


Figura 7.10 Inserção do quarto nó na árvore.

Para que o nó 5 seja inserido, deve-se comparar as proposições **flores produz sementes** e **flores atrai insetos**, e também as proposições **flores produz polen** e **flores atrai insetos**. Neste caso, o nó 5 será inserido à esquerda do nó 3, como mostra a Figura 7.11.

Por último, o nó 6 será inserido à direita do nó 5 comparando as proposições **flores produz sementes** com **flores produz nectar**, as proposições **flores produz polen** com **flores atrai insetos**, e as proposições **flores atrai insetos** com **flores atrai insetos**. A Figura 7.12 mostra a inserção do nó 6 na árvore.

Após a inserção do nó 6, a árvore ficou desbalanceada. A Figura 7.13 mostra a árvore balanceada após realizar uma rotação.

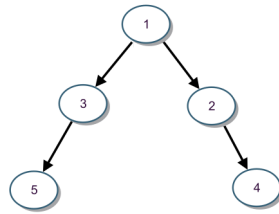


Figura 7.11 Inserção do quinto nó na árvore.

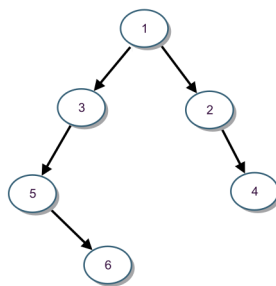


Figura 7.12 Inserção do sexto nó na árvore.

De forma análoga, apresentamos na Figura 7.15 a árvore de busca binária AVL construída a partir do mapa conceitual da Figura 7.14, com a seguinte enumeração das proposições:

- **Nó 1** - Flores *atrai* Insetos;
- **Nó 2** - Flores *tem partes* Masculinas;
- **Nó 3** - Flores *tem partes* Femininas;
- **Nó 4** - Insetos *alimentar* Nectar;
- **Nó 5** - Insetos *capta* Polen;
- **Nó 6** - Partes masculinas *que produz* Polen;
- **Nó 7** - Partes femininas *chamado* Ovulos;
- **Nó 8** - Polen *transferir para* Ovulos;
- **Nó 9** - Ovulos *que desenvolve* Sementes.

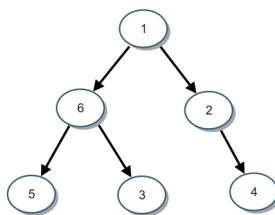


Figura 7.13 Árvore AVL após balanceamento.

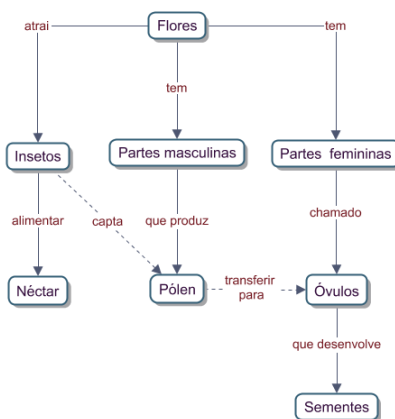


Figura 7.14 Exemplo de outro mapa conceitual utilizado para representar numa árvore AVL.

Fonte: Traduzido e adaptado de Kinchin e Hay (2000).

Importante ressaltar que não estamos diferenciando os tipos de proposições nas árvores de busca, uma vez que as árvores são construídas para realizar a comparação de duas formas: (i) analisar a correção das proposições no mapa do aprendiz; (ii) analisar as mudanças que ocorrem entre o mapa de conhecimento prévio e recém adquiridos (representado por duas árvores). Portanto, neste ponto, os tipos das proposições são irrelevantes, uma vez que as árvores foram mapeadas dos mapas e neles constam essa informação. Outro fato importante a se ressaltar é que a comparação entre duas árvores de busca binária é feita por algoritmos já conhecidos na literatura, como descrito em Cormen et al. (2017).

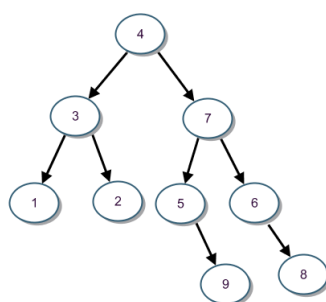


Figura 7.15 Representação da árvore de busca binária AVL construída a partir do mapa conceitual da Figura 7.14.

“Cada manhã nos enseja a continuação da reta soberana, sempre indecifrável antes da coragem de percorrê-la. Vale a pena conhecê-la por inteiro, vale o risco de navegá-la até o fim, seja qual for o seu roteiro.”

(J. C. PECCI, 1990)

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta tese de doutorado constituiu de uma vasta pesquisa sobre o processo de avaliação da aprendizagem significativa fundamentada na teoria de Ausubel através do uso de mapas conceituais. Com essa pesquisa identificamos diversos trabalhos na literatura que utilizam a análise estrutural e semântica, porém existe uma carência em considerar o processo de construção de mapas para avaliações da aprendizagem por meio de mapas conceituais.

Explorar aspectos do processo cognitivo de um aprendiz para avaliar a aquisição de conhecimento é uma tarefa complexa e a análise da construção do conhecimento, durante a elaboração do mapa conceitual, traz informações relevantes sobre esse processo. Portanto, a avaliação de aprendizagem pode ser significativamente melhorada através do processo de construção dos mapas, pois permite que indícios de aprendizagem significativa sejam identificados a exemplo das categorias-chave de Ausubel e a identificação de erros conceituais, estes últimos indicam lacunas na aprendizagem como também podem sustentar construções conceituais corretas e que não seriam possíveis reconhecer analisando apenas o mapa final.

Esta tese de doutorado traz as seguintes contribuições: (i) um modelo para avaliação de mapas conceituais que considera o processo de construção de mapas, a análise das mudanças conceituais entre o mapa de conhecimentos prévios e o mapa de conhecimentos recém adquiridos além da análise estrutural e semântica; (ii) um método sistemático com critérios para identificar indícios de aprendizagem significativa, mecânica e não aprendizagem. (iii) um framework conceitual para organização e estruturação de um processo avaliativo de mapas conceituais, que coaduna os aspectos citados anteriormente, a saber:

mapas estáticos, o processo de construção de mapas, análise estrutural e semântica, para apoiar avaliações de aprendizagem qualitativa e quantitativa com suporte computacional. Ressaltamos a utilização de ontologias de domínio para representar sinônimos de conceitos e relações no mapa conceitual, já muito disseminadas na literatura e o uso de uma estrutura de erros comuns obtidos na construção de proposições pelos aprendizes, que podem ser identificados por avaliadores sobre um domínio de conhecimento e que ajudam na automatização do processo de avaliação. Com isso, contribuímos com as pesquisas existentes na literatura em relação à avaliação automática de mapas conceituais, ampliando técnicas existentes para considerar aspectos individuais do processo de construção de conhecimento do aprendiz.

Para validar o modelo e o método proposto, foram realizados três estudos de caso que coletaram dados de mapas estáticos e do processo de construção. A partir da aplicação dos estudos de caso identificamos indícios de aprendizagem significativa, aprendizagem mecânica e não aprendizagem. Os resultados dos estudos de caso mostraram, portanto, que o modelo proposto é um instrumento eficaz para avaliar o processo passo a passo de construção do conhecimento através de mapas conceituais, o que permite analisar as alterações na estrutura cognitiva do aprendiz, revelando a evolução da aprendizagem.

Acreditamos que o modelo e os critérios propostos nesta tese sejam um instrumento útil para a avaliação de mapas conceituais que buscam por indícios de aprendizagem significativa. Embora tenhamos trabalhado apenas com critérios sobre indícios de aprendizagem, em que a análise desses indícios é realizada individualmente para cada proposição, ou seja, relativo a um mesmo conceito (um conceito pode estar relacionado com mais de uma proposição) poderá haver indícios de aprendizagem mecânica e de aprendizagem significativa, consideramos que esses indícios podem ser combinados em uma avaliação mais global, de modo que novos critérios de aprendizagem mecânica e significativa sejam definidos para fornecer mais informações sobre a qualidade da aprendizagem do aprendiz.

Por fim, ressaltamos que o modelo para avaliar mapas conceituais, proposto nesta tese, não tem como objetivo substituir os métodos convencionais já utilizados pelos professores em suas aulas e avaliações, mas fornecer mais um instrumento avaliativo, podendo ser utilizado como complemento às avaliações, e, dessa forma, auxiliar no acompanhamento da evolução da aprendizagem dos aprendizes.

8.1 TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento desta pesquisa possibilita a continuidade de outros trabalhos, relacionados a seguir e já discutidos anteriormente:

- formalização do modelo proposto em uma linguagem formal ou semi-formal;
- implementação do framework proposto;
- aprofundar o estudo dos indícios de aprendizagem mecânica e significativa que identificamos neste trabalho. O objetivo é aprimorar nosso método combinando os indícios de aprendizagem para gerar um modelo que identifique evidências de aprendizagem. As evidências de aprendizagem podem ser definidas a partir da

combinação de dois ou mais indícios de aprendizagem, como também a partir dos erros conceituais.

- desenvolver novos estudos de caso em que a aplicação do modelo proposto possa ser feita em mais de um estágio de aprendizagem, para avaliar a aquisição de conhecimento dos aprendizes através dos mapas conceituais construídos dentro do processo de ensino e aprendizagem.
- traçar um perfil do aprendiz baseado na reestruturação das mudanças conceituais observadas no processo de construção do mapa. O objetivo seria implementar um ambiente computacional inteligente para avaliação e aprendizagem utilizando mapas conceituais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTON, W. H.; JOHNSON, P. J.; GOLDSMITH, T. E. Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, v. 83, p. 88–96, 03 1991.
- ACTON, W. H.; JOHNSON, P. J.; GOLDSMITH, T. E. Structural knowledge assessment: Comparison of referent structures. *Journal of Educational Psychology*, v. 86, p. 303–311, 06 1994.
- ANOHINA, A.; GRUNDSPENKIS, J. A concept map based intelligent system for adaptive knowledge assessment. In: *Conference on Databases and Information Systems*. Amsterdam, The Netherlands: Proceedings of the 2007 Conference on Databases and Information Systems, 2007. p. 263–276.
- ANOHINA, A.; POZDNAKOV, D.; GRUNDSPENKIS, J. Changing the degree of task difficulty in concept map based assessment system. In: *International Conference e-Learning*. Lisbon, Portugal: Proceedings of the International Conference e-Learning, 2007. v. 6, n. 8, p. 443–450.
- ANOHINA-NAUMECA, A.; GRUNDSPENKIS, J.; STRAUTMANE, M. The concept map-based assessment system: functional capabilities, evolution, and experimental results. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, v. 21, n. 4, p. 308–327, 2011.
- ARAÚJO, A. M. T.; MENEZES, C. S. de; CURY, D. Apoio automatizado à avaliação da aprendizagem utilizando mapas conceituais. In: *XIV Simpósio brasileiro de informática na educação*. Rio de Janeiro: Anais do simpósio brasileiro de informática na educação, 2003. p. 287–296.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AZEREDO, R. A. et al. Detecting synonyms in concept map as support for learning assessment. In: *Latin American Conference on Learning Technologies*. La Plata, Argentina: Proceedings of the Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies, 2017. p. 1–4.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Revista da Educação Profissional*, Boletim Técnico Senac, v. 39, n. 02, p. 48–67, 2013.

BARD, J. B. L.; RHEE, S. Y. Ontologies in biology: design, applications and future challenges. *Nature Review Genetics*, v. 5, n. 3, Mar 2004.

BARRELLA, E.; HENRIQUES, J. J.; GIPSON, K. G. Using concept maps as a tool for assessment and continuous improvement of a first-year course. In: *ASEE american society for engineering education*. New Orleans, LA: Proceedings of the american society for engineering education, 2016.

BASIL, V.; CALDIERA, G.; ROMBACH, D. Goal question metric paradigm. In: *Encyclopedia of Software Engineering*. University of Maryland: John Wiley & Sons, 1994. v. 1, p. 528–532.

BEYERBACH, B. A.; SMITH, J. M. Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 10, p. 961–971, 1990.

BRUM, W. P. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. *Itinerarius Reflectionis*, v. 9, n. 2, 2014.

CALDAS, V. M.; FAVERO, E. L. Uma ferramenta de avaliação automática para mapas conceituais como auxílio ao ensino em ambientes de educação a distância. In: *XX Simpósio brasileiro de informática na educação*. Florianópolis: Anais do simpósio brasileiro de informática na educação, 2009.

CANAS, A. J. et al. *A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support*. Technical Report (Institute for Human and Machine Cognition). Pensacola, Florida, 2003.

CARVALHO, R. L. de. *A criação de ambientes favoráveis à aprendizagem significativa crítica em contextos de cursos regulares nas aulas de matemática*. Dissertação (Mestre em Educação Matemática) — Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Departamento de Matemática, Ouro Preto, MG, 2012.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHSON, J. R.; BENJAMINS, V. R. What are ontologies, and why do we need them? *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, v. 14, n. 1, p. 20–26, Jan 1999.

CHANG, K.-E. et al. A new assessment for computer-based concept mapping. *Educational Technology & Society*, v. 8, p. 138–148, 2005.

CHEN, S. W.; LIN, S. C.; CHANG, K. E. Attributed concept maps: fuzzy integration and fuzzy matching. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, v. 31, n. 5, p. 842–852, Oct 2001.

CORMEN, T. et al. *Algoritmos - Teoria e Prática*. 3a ed.. ed. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2017.

CUNHA, M. J. S. e; FERNANDES, C. T. Ac3as-web: Ambiente cooperativo de apoio à avaliação de aprendizagem significativa na web. In: *XIII Simpósio brasileiro de informática na educação*. São Leopoldo: Anais do simpósio brasileiro de informática na educação - SBIE, 2002. p. 20–30.

DANTAS, M.; SILVA, F.; BORGES, J. Uso dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação qualitativa, com ênfase no ensino de física. *HOLOS*, v. 3, n. 0, 2018.

DUHAYYIM, M. A.; NEWBURY, P. Concept-based and fuzzy adaptive e-learning. In: *Proceedings of the 2018 The 3rd International Conference on Information and Education Innovations*. New York, NY, USA: ACM, 2018. (ICIEI 2018), p. 49 – 56.

FILHO, R. B. *Uma abordagem para ensino baseada na teoria da aprendizagem significativa utilizando a teoria das categorias*. Tese (Doutor em Ciências) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Uberlândia, MG, 2013.

FINK, A. *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. 2nd ed.. ed. California: Sage Publications: Thousand Oaks, 2005.

GOULI, E. et al. Compass: An adaptive web-based concept map assessment tool. In: *International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: In Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, 2004. v. 1, p. 295–302.

GRAUDINA, V. Owl ontology transformation into concept map. In: *Scientific Proceedings of Riga Technical University, Computer Science, Applied Computer Systems*. [S.l.]: Riga: RTU Publishing, 2008. p. 80–91.

GRAUDINA, V.; GRUNDSPENKIS, J. Concept map generation from owl ontologies. In: *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Finland: International Conference on Concept Mapping, 2008.

GRUNDSPENKIS, J. Development of concept map based adaptive knowledge assessment system. In: *IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems*. Amsterdam, Netherlands: Proceedings of the International Conference e-Learning, 2008. v. 1, p. 395–402.

GRUNDSPENKIS, J. Knowledge creation supported by intelligent knowledge assessment system. In: *12th world multi-conference on systemics, cybernetics and informatics*. Orlando, Florida, USA: Proceedings of the world multi-conference on systemics, cybernetics and informatics, 2008. v. 7, n. 2, p. 135–140.

GRUNDSPENKIS, J. Concept maps as knowledge assessment tool: results of practical use of intelligent knowledge assessment system. In: *International conference cognition and exploratory learning in digital age*. Italy: Proceedings of the international conference cognition and exploratory learning in digital age, 2009. p. 258–266.

GRUNDSPENKIS, J.; ANOHINA, A. Evolution of the concept map based adaptive knowledge assessment system: Implementation and evaluation results. *Journal Riga Technical University*, v. 38, p. 13–24, 2009.

GRUNDSPENKIS, J.; STRAUTMANE, M. Usage of graph patterns for knowledge assessment based on concept maps. *Scientific Journal of Riga Technical University. Computer Sciences*, v. 38, p. 60–71, 2018.

GUIZZARDI, G. *Desenvolvimento para e com reuso: Um estudo de caso no domínio de vídeo sob demanda*. Dissertação (Mestre em Informática) — Programa de Mestrado em Informática do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - Espírito Santo, 2000.

GURUPUR, V. P.; JAIN, G. P.; RUDRARAJU, R. Evaluating student learning using concept maps and markov chains. *Expert Systems with Applications*, v. 42, n. 7, p. 3306–3314, 2015.

HAY, D.; KINCHIN, I.; LYGO-BAKER, S. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education*, Routledge, v. 33, n. 3, p. 295–311, 2008.

HAY, D. B. Using concept maps to measure deep, surface and non-learning outcomes. *Studies in Higher Education*, Routledge, v. 32, n. 1, p. 39–57, 2007.

HAY, D. B. et al. Measuring the quality of e-learning. *British Journal of Educational Technology*, v. 39, n. 6, p. 1037–1056, 2008.

HORTON, P. B. et al. An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, v. 77, n. 1, p. 95–111, 1993.

IQBAL, R. et al. A mathematical evaluation for measuring correctness of domain ontologies using concept maps. *Measurement*, v. 118, p. 73 – 82, 2018.

ISHIKAWA, E. C. M. et al. Mapas conceituais como estratégia facilitadora para o ensino de estatística básica. *Revista espacios*, v. 36, n. 2, Nov 2015.

JAIN, G. P. et al. Artificial intelligence-based student learning evaluation: A concept map-based approach for analyzing a student's understanding of a topic. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 7, n. 3, p. 267–279, July 2014.

JARVIS, P. *Paradoxes of Learning: On Becoming an Individual in Society*. [S.l.]: Jossey-Bass, 1992.

JARVIS, P. The learning process and late modernity. *Scandinavian Journal of Educational Research*, Routledge, v. 37, n. 3, p. 179–190, 1993.

KINCHIN, I. M.; HAY, D. B. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, v. 42, n. 1, p. 43–57, 2000.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Keele University, Keele, UK: Technical report, School of Computer Science and Mathematics, 2007.

LIMA, C. C. B. de. *Análise combinatória: uma aprendizagem significativa com mapas conceituais*. Dissertação (Mestre em Educação) — Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2011.

LIMONGELLI, C. et al. A framework for comparing concept maps. In: *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*. Ohrid, Macedonia: Proceedings of the 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2017. p. 1–6.

LUDKE, M.; ANDRE, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2a ed.. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 2013.

LUKASENKO, R.; GRUNDSPENKIS, J. Adaptation of intelligent knowledge assessment system based on learner's model. In: *International Conference on Information and Software Technologies*. Lithuania, Kaunas: Proceedings of the 16th International Conference on Information and Software Technologies, 2010. p. 332–339.

MCKAY, B. D. Practical graph isomorphism. In: *10th. Manitoba Conference on Numerical Mathematics and Computing*. [S.l.]: Conference on Numerical Mathematics and Computing, 1981. v. 30, p. 45–87.

MENDONÇA, C. A. S. *O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia*. Tese (Doutor em Ciências) — Programa internacional de doctorado enseñanza de las ciencias - Universidad de Burgos & Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. *Ensinando ciência para a compreensão: uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

MORAES, J. U. P.; SANTANA, R. G. de; BARBOSA, C. J. V. Avaliação baseada na aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP: Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2011.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2^a. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NAUMECA, A. A.; GRUNDSPENKIS, J. Scoring concept maps: An overview. In: *International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing*. New York, NY, USA: Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing, 2009. p. 78:1–78:6.

NOVAK, J.; CANAS, A. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report (Institute for Human and Machine Cognition)*. Pensacola, Florida, 2006.

NOVAK, J. D. Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 10, p. 937–949, 1990.

NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, v. 6, January 1998.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, v. 86, n. 4, p. 548–571, 2002.

NOVAK, J. D.; CANAS, 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.; GOWIN, D. B. *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. *Review of Information Systems Research, Sprouts: Working Papers on Information Systems*, v. 37, n. 43, 2010.

O'LEARY, D. E. Different firms, different ontologies, and no one best ontology. *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, v. 15, n. 5, p. 72–78, Sep 2000.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. *Teorias de Aprendizagem*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Física. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2011.

PENA, A. O. *Mapas conceituais: Uma técnica para aprender*. São Paulo, SP: Loyola, 2005.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A practical guide*. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

REESE, D. D. Assessment and concept map structure : The interaction between subcores and well-formed mental models. In: *Meeting of the American Educational Research Association*. San Diego: Center for Educational Technologies, 2004.

ROCHA, F. da; FAVERO, E. Cmtool: a supporting tool for conceptual map analysis. In: *World Congress on Engineering and Technology Education*. Santos, Brasil: Proceedings of the World Congress on Engineering and Technology Education, 2004. p. 14–17.

ROCHA, F. E. L. da. *Avaliação da aprendizagem: uma abordagem qualitativa baseada em mapas conceituais, ontologias e algoritmos genéticos*. Tese (Doutor em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, PA, 2007.

ROCHA, F. E. L. da; JUNIOR, J. V. da C.; FAVERO, E. L. Como usar ontologias na avaliação da aprendizagem significativa mediada por mapas conceituais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 13, n. 2, p. 53–64, 2005.

ROCHA, F. E. L. da; JUNIOR, J. V. da C.; FAVERO, E. L. An approach to computer-aided learning assessment. In: *International Conference on Concept Mapping*. Finland: Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping, 2008. p. 170–177.

ROCHA, F. E. L. da et al. Especificação de um algoritmo genético para auxiliar na avaliação da aprendizagem significativa com mapas conceituais. In: *XV Simpósio brasileiro de informática na educação*. Manaus: Anais do simpósio brasileiro de informática na educação, 2004. p. 139–148.

RUIZ-PRIMO, M. A. Examining concept maps as assessment tool. In: *International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, 2004. v. 1, p. 555–562.

RUIZ-PRIMO, M. A. et al. Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, n. 2, p. 260–278, 1999.

SACRE, M. B. et al. Scoring concept maps: An integrated rubric for assessing engineering education. *Journal of Engineering Education*, v. 93, n. 2, p. 105–115, Jan 2013.

SALVADOR, C. C. et al. *Psicologia do ensino*. Porto Alegre, RS: Artmed, 2000.

SANTOS, P. S. et al. Um ambiente para acompanhamento da aprendizagem baseado em mapas conceituais. In: *XVI Simpósio brasileiro de informática na educação*. Juiz de Fora: Anais do simpósio brasileiro de informática na educação, 2005. p. 455–465.

SILVA, A. L. S. da. *Mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem: aspectos práticos*. 2018. (<https://www.infoescola.com/pedagogia/mapas-conceituais-no-processo-de-ensino-aprendizagem-aspectos-praticos/>). Acessado: 20-11-2018.

SILVA, E. C. da. Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação. *Administração: Ensino e Pesquisa*, v. 16, n. 4, 2015.

SILVA, V. da; OMAR, N. Model of measurement of meaningful learning in distance learning environments. In: *Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Lisboa, Portugal: Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), 2017. p. 1–6.

SILVA, W. da; CLARO, G. R.; MENDES, A. P. Aprendizagem significativa e mapas conceituais. In: *IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação*. Curitiba, Paraná: Anais do IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 2017. p. 22694–22705.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M. da C.; LIMA, I. P. de. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. *ESPACIOS*, v. 39, n. 23, 2018.

SOUZA, F. S. L. D. et al. An approach to comparison of concept maps represented by graphs. In: *International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland: Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping, 2008. p. 205–212.

STRAUTMANE, M. Concept map-based knowledge assessment tasks and their scoring criteria: an overview. In: *International Conference on Concept Mapping*. Valletta, Malta: Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping, 2012.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. *Ciências & Cognição*, v. 12, p. 72–85, 2007.

TURNIS, J.; ATMAN, C. J.; ADAMS, R. Concept maps for engineering education: A cognitively motivated tool supporting varied assessment functions. *IEEE Transactions on Education*, v. 43, n. 2, p. 164–173, 2000.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 1, p. 36–57, 2011.

VIDO, M. H. C. *Recuperação de Alunos: uma questão problemática*. Dissertação (Mestre em Educação) — Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência da computação. In: *Atualização em informática*. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro: Editora PUC rio, 2007. p. 221–262.

WATSON, M. K. et al. Assessing conceptual knowledge using three concept map scoring methods. *Journal of Engineering Education*, v. 105, n. 1, p. 118–146, Jan 2016.

WEST, D. C. et al. Concept mapping assessment in medical education: a comparison of two scoring systems. *Medical Education*, v. 36, n. 9, p. 820–826, 2002.

WOHLIN, C. et al. *Experimentation in Software Engineering*. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, 2012.

Apêndice

A

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO (TCLE)**



**Universidade Federal da Bahia
Instituto de Matemática e Estatística
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação - PPGCOMP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a):

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma pesquisa realizada como coleta de dados para a elaboração da pesquisa “*Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa*”, requisito para conclusão do curso de Doutorado em Ciência da Computação na Universidade Federal da Bahia. Para a realização dessa parte da pesquisa, será solicitado responder questionários e/ou entrevista assim como a construção passo-a-passo de um mapa conceitual sobre um domínio de conhecimento que se caracteriza como coleta de dados da pesquisa em questão. Garantimos aqui que este procedimento não oferecerá risco algum à integridade física ou moral dos participantes, bem como despesas, prejuízos ou benefícios diretos.

A participação nesta pesquisa poderá expor aos participantes a riscos mínimos como embarço e/ou constrangimento (por exemplo, ao lembrar situações altamente desgastantes) ao responder a algum questionamento; embarço de interagir com estranhos; tomada de tempo ao participar do estudo; medo de repercussões eventuais e estigmatização. Se isto ocorrer, os participantes serão orientados a interromper a participação no estudo, se assim o desejar, e retornar posteriormente.

Sua participação é voluntária e sigilosa, sendo os dados coletados exclusivos para o uso nesta pesquisa. Salientamos que é permitido a retirada do consentimento a qualquer momento sem punição ao participante ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final do documento, que está em duas vias.

Obrigado pela sua colaboração!

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título da tese (provisório): Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa.

Pesquisador Responsável: Silvio Luiz Bragatto Boss

Prof.^a Orientadora: Aline Maria Santos Andrade

Prof.^o Coorientador: Ecivaldo de Souza Matos

Telefone para contato: (71) 9 9112- 4824

E-mail para contato: silvioboss@ufba.br



Universidade Federal da Bahia
Instituto de Matemática e Estatística
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação - PPGCOMP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa intitulado “*Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa*” que tem como pesquisador responsável Silvio Luiz Bragatto Boss, doutorando da Universidade Federal da Bahia - UFBA, no programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, orientado pela Prof.^ª: Aline Maria Santos Andrade e coorientado pelo Prof.^º: Eivaldo de Souza Matos que podem ser contatados pelo e-mail silvioboss@ufba.br ou telefone (71) 9 9112 - 4824.

A participação consistirá na construção passo-a-passo de um mapa conceitual utilizando a ferramenta *CmapTools* sobre um domínio de conhecimento a ser especificado assim como responder a um questionário e/ou entrevista referentes aos meus conhecimentos/percepções sobre o tema a ser abordado. Todo o processo de construção do mapa conceitual deverá ser gravado por meio da ferramenta *OBS Studio* e disponibilizado para o pesquisador.

Compreendo que este estudo possui finalidade de pesquisa, que os dados obtidos serão divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, com a preservação do anonimato dos participantes, assegurando, assim, minha privacidade. Sei que posso abandonar a minha participação na pesquisa quando quiser e que não receberei nenhum pagamento por esta participação.

Eu, _____,
portador do CPF de nº _____ fui informado (a)
dos objetivos da pesquisa “*Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa*” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, _____ de _____ de _____.

Assinatura participante da pesquisa

Apêndice

B

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA E USO
DE IMAGEM DE VÍDEO**



**Universidade Federal da Bahia
Instituto de Matemática e Estatística
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação - PPGCOMP**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA E USO DE IMAGEM DE VÍDEO

Eu, _____,
portador(a) do CPF de nº _____, e RG
_____, depois de conhecer e entender os objetivos,
procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de
estar ciente da necessidade para a captura e o uso de imagem de vídeo por meio
de *software* para a construção do mapa conceitual, especificados no Termo de
Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo,
o pesquisador Silvio Luiz Bragatto Boss do projeto de pesquisa intitulado
*“Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem
significativa”* a utilizar os dados coletados sem quaisquer ônus financeiros a
nenhuma das partes, mantendo em sigilo o meu nome ou qualquer informação
que me identifique.

Ao mesmo tempo, libero a utilização das imagens do mapa conceitual para fins
científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos
pesquisadores e da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está
previsto no Artigo 81.º do Código Civil e na Lei N. 9.610/98 (que regem e
resguardam os direitos individuais acerca do direito à imagem e direitos autorais
de produções audiovisuais, respectivamente).

Salvador, _____ de _____ de _____.

Assinatura participante da pesquisa

Apêndice

C

**QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DO ESTUDO DE
CASO (SEQUÊNCIA DIDÁTICA CONTEXTUALIZADA
COM O TRÂNSITO)**

Questionário pré-aplicação do estudo de caso

Pesquisa: "Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa".

***Obrigatório**

1. Nome Completo (sem abreviações) *

2. Idade *

Marcar apenas uma oval.

- Até 19 anos
- De 20 à 29 anos
- De 30 à 39 anos
- De 40 à 49 anos
- De 50 à 59 anos
- De 60 ou acima de 60 anos

3. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não informar

4. Como você considera o seu nível de conhecimento sobre mapas conceituais? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito baixo
- Não tenho conhecimento.

5. Você utiliza mapas conceituais em sua atividade profissional ou estudantil? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

6. Como você considera o seu nível de familiaridade com a construção de mapa conceitual? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito baixo
- Não tenho familiaridade.

7. Como você considera o seu nível de familiaridade com o uso do Software Cmaptools? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito baixo
- Não tenho familiaridade .

8. Como você considera o seu nível de familiaridade com o uso do Software OBS Studio? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito baixo
- Não tenho familiaridade .

9. Qual o seu nível de conhecimento referente ao conteúdo a ser abordado neste estudo de caso? (Conteúdo: Construção de sequência didática) *

Marcar apenas uma oval.

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo
- Muito baixo
- Não tenho conhecimento.

10. Descreva o seu conhecimento com a utilização de mapas conceituais. *

11. Descreva a sua experiência com a utilização de mapas conceituais. *

12. Você acredita que a construção do mapa conceitual pode facilitar o seu processo de compreensão sobre o tema abordado? *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

DADOS COLETADOS DO QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso foi aplicado um questionário (ver **Apêndice C**) para delinear o perfil dos aprendizes. Com esse questionário buscou-se identificar questões relacionadas ao gênero, faixa etária, conhecimento sobre o tema abordado, conhecimento sobre as ferramentas utilizadas, entre outras. Apresentamos, a seguir, os dados obtidos pela aplicação do questionário.

- **Idade:** todos os cinco aprendizes tem idade entre 20 à 29 anos. As opções de escolhas foram:
 - **Até 19 anos**
 - **De 20 à 29 anos**
 - **De 30 à 39 anos**
 - **De 40 à 49 anos**
 - **De 50 à 59 anos**
 - **De 60 ou acima de 60 anos**
- **Sexo:** quanto ao sexo temos:
 - **Masculino:** Três aprendizes
 - **Feminino:** Dois aprendizes
 - **Prefiro não informar:** Nenhum aprendiz
- **Como você considera o seu nível de conhecimento sobre mapas conceituais?**
 - **Muito alto:** Nenhum aprendiz

- **Alto:** Nenhum aprendiz
- **Médio:** Três aprendizes
- **Baixo:** Um aprendiz
- **Muito baixo:** Um aprendiz
- **Não tenho conhecimento:** Nenhum aprendiz

- **Você utiliza mapas conceituais em sua atividade profissional ou estudantil?**
 - **Sim:** Dois aprendizes
 - **Não:** Três aprendizes

- **Como você considera o seu nível de familiaridade com a construção de mapa conceitual?**
 - **Muito alto:** Nenhum aprendiz
 - **Alto:** Nenhum aprendiz
 - **Médio:** Dois aprendizes
 - **Baixo:** Dois aprendizes
 - **Muito baixo:** Nenhum aprendiz
 - **Não tenho conhecimento:** Um aprendiz

- **Como você considera o seu nível de familiaridade com o uso do Software Cmaptools?**
 - **Muito alto:** Nenhum aprendiz
 - **Alto:** Nenhum aprendiz
 - **Médio:** Um aprendiz
 - **Baixo:** Nenhum aprendiz
 - **Muito baixo:** Nenhum aprendiz
 - **Não tenho conhecimento:** Quatro aprendizes

- **Como você considera o seu nível de familiaridade com o uso do Software OBS Studio?**
 - **Muito alto:** Um aprendiz
 - **Alto:** Nenhum aprendiz
 - **Médio:** Nenhum aprendiz
 - **Baixo:** Um aprendiz

- **Muito baixo:** Dois aprendizes
- **Não tenho conhecimento:** Um aprendiz
- **Qual o seu nível de conhecimento referente ao conteúdo a ser abordado neste estudo de caso? (Conteúdo: construção de sequência didática)**
 - **Muito alto:** Nenhum aprendiz
 - **Alto:** Um aprendiz
 - **Médio:** Dois aprendizes
 - **Baixo:** Um aprendiz
 - **Muito baixo:** Um aprendiz
 - **Não tenho conhecimento:** Nenhum aprendiz

Foram elaboradas três perguntas do tipo *aberta* para que os aprendizes da pesquisa pudessem externalizar a sua opinião sobre a experiência, conhecimento e construção de mapas conceituais. A seguir, apresentamos as repostas para cada uma das perguntas fornecidas no questionário.

- **Descreva o seu conhecimento com a utilização de mapas conceituais.**
 - **Aprendiz 1:** *Só a ideia básica de “ligar” conceitos.*
 - **Aprendiz 2:** *Sei o básico para conseguir fazer o mapa.*
 - **Aprendiz 3:** *Li alguns textos na disciplina de Metodologia do ensino da Física, onde tentamos construir um mapa conceitual, no entanto não foi algo aprofundado.*
 - **Aprendiz 4:** *Baixo.*
 - **Aprendiz 5:** *Apenas me lembro de ter feito leituras que falavam sobre mapas conceituais, mas não era uma discussão profunda então não sei quase nada sobre eles.*
- **Descreva a sua experiência com a utilização de mapas conceituais.**
 - **Aprendiz 1:** *Já utilizei em disciplinas da faculdade.*
 - **Aprendiz 2:** *Costumo usar na grande maioria em aulas, mas confesso que não sou muito adepto a mapas conceituais nem mentais.*
 - **Aprendiz 3:** *Não tenho muita experiência, já tentei fazer na disciplina descrita acima, no entanto foi algo a nível de conhecimento que não foi muito aprofundado.*
 - **Aprendiz 4:** *Foram poucas as vezes que utilizei mapas conceituais.*

- **Aprendiz 5:** *A única experiência que tive foi na disciplina metodologia que a professora falou brevemente sobre mapas conceituais e pediu para elaborar um em trio. Me lembro apenas de ter achado difícil encontrar as palavras de ligação.*
- **Você acredita que a construção do mapa conceitual pode facilitar o seu processo de compreensão sobre o tema abordado?**
 - **Aprendiz 1:** *Com certeza, acredito que seja possível trazer analogias e des-trinchar o conceito abordado.*
 - **Aprendiz 2:** *Acredito que em partes. Tudo depende de como será feito o mapa.*
 - **Aprendiz 3:** *Sim.*
 - **Aprendiz 4:** *Não sei responder, já que foram poucas as vezes que utilizei e já faz um certo tempo.*
 - **Aprendiz 5:** *Sim, pois para construir um mapa sobre determinado assunto é necessário estudar bastante e vejo o mapa conceitual como uma forma de sistematização do conteúdo.*

Apêndice

E

**QUESTIONÁRIO APÓS APLICAÇÃO DO ESTUDO DE
CASO (SEQUÊNCIA DIDÁTICA CONTEXTUALIZADA
COM O TRÂNSITO)**

Questionário após aplicação do estudo de caso

Pesquisa: "Avaliação automática de mapas conceituais baseada na teoria da aprendizagem significativa".

***Obrigatório**

1. Você considera que teve dificuldade para construir o mapa conceitual ? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, tive muita dificuldade
- Sim, tive alguma dificuldade
- Sim, tive pouca dificuldade
- Não, não tive dificuldade
- Não, não tive dificuldade alguma

2. A atividade de construção do mapa conceitual ajudou na sua compreensão do assunto abordado *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem concordo, nem discordo
- Concordo
- Concordo totalmente

3. A construção de mapas conceituais pode ajudar, em alguma medida, em seu processo de aprendizagem. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem concordo, nem discordo
- Concordo
- Concordo totalmente

4. Descreva, de forma resumida, como a construção do mapa conceitual o ajudou (ou não) na compreensão sobre o tema abordado. *

5. Descreva, de forma resumida, quais foram as dificuldades encontradas para construir os mapas conceituais. *

6. Tem alguma coisa que você gostaria de dizer que não lhe foi perguntado? *

Obrigado por responder o questionário!

Agradeço imensamente por sua contribuição. Certamente será muito valiosa à pesquisa.

7. Você teria interesse em participar de pesquisas futuras ou de uma segunda rodada desta pesquisa?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

8. Você teria interesse em receber feedback desta pesquisa?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

9. Nome Completo

Precisamos do seu nome para relacionar os dados obtidos neste questionário com os dados das outras etapas da pesquisa. A sua identificação será mantida em sigilo, conforme termo de consentimento livre e esclarecido.

10. Endereço de e-mail

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

DADOS COLETADOS DO QUESTIONÁRIO PÓS-APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

As perguntas deste questionário foi elaborado com o propósito de buscar informações sobre a construção dos mapas conceituais, tais como: dificuldades na elaboração dos mapas, se o processo ajudou, em alguma medida, na compreensão do tema abordado, dentre outros. Apresentamos, a seguir, os dados obtidos pela aplicação do questionário.

- **Você considera que teve dificuldade para construir o mapa conceitual?**
 - **Sim, tive muita dificuldade:** Nenhum aprendiz
 - **Sim, tive alguma dificuldade:** Quatro aprendizes
 - **Sim, tive pouca dificuldade:** Um aprendiz
 - **Não, não tive dificuldade:** Nenhum aprendiz
 - **Não, não tive dificuldade alguma:** Nenhum aprendiz

- **A atividade de construção do mapa conceitual ajudou na sua compreensão do assunto abordado.**
 - **Discordo totalmente:** Nenhum aprendiz
 - **Discordo:** Nenhum aprendiz
 - **Nem concordo, nem discordo:** Nenhum aprendiz
 - **Concordo:** Quatro aprendizes
 - **Concordo totalmente:** Um aprendiz

- **A construção de mapas conceituais pode ajudar, em alguma medida, em seu processo de aprendizagem.**

- **Discordo totalmente:** Nenhum aprendiz
- **Discordo:** Nenhum aprendiz
- **Nem concordo, nem discordo:** Nenhum aprendiz
- **Concordo:** Quatro aprendizes
- **Concordo totalmente:** Um aprendiz

Assim como na aplicação do *questionário pré-aplicação do estudo de caso* foram elaboradas perguntas do tipo *aberta* para que os aprendizes da pesquisa pudessem externalizar a sua opinião sobre se ajudou na compreensão do tema abordado e as dificuldades encontradas. A seguir, apresentamos as repostas para cada uma das perguntas fornecidas no questionário.

- **Descreva, de forma resumida, como a construção do mapa conceitual o ajudou (ou não) na compreensão sobre o tema abordado.**
 - **Aprendiz 1:** *Por já conhecer o tema, foi bom para conseguir associar e perceber as ligações entre os conceitos que as vezes pareciam não ter associação tão direta.*
 - **Aprendiz 2:** *Não sou muito adepto ao mapa conceitual, mas me ajudou a entender melhor alguns conceitos que tinha dúvidas.*
 - **Aprendiz 3:** *Ao pensar em como fazer o mapa, o que colocar vai nos levando a pensar sobre o assunto e como abordar, o que nos leva a compreender melhor o que estamos abordando.*
 - **Aprendiz 4:** *Na ordenação das informações obtidas sobre o tema.*
 - **Aprendiz 5:** *Fazer o mapa ajudou na compressão do tema abordado, pois vejo o mapa como uma forma de sistematizar o assunto, dessa forma é necessário estudar mais sobre o tema. E ao olhar para o mapa pronto faz lembrar do que estudou.*
- **Descreva, de forma resumida, quais foram as dificuldades encontradas para construir os mapas conceituais.**
 - **Aprendiz 1:** *Encontrar os verbos de ligação corretos, e associar alguns conceitos.*
 - **Aprendiz 2:** *O fato de não gostar muito de construir mapas já é uma barreira grande que tenho que quebrar. No entanto, na construção tive dificuldade em adequar alguns termos chaves para prosseguir com o mapa.*
 - **Aprendiz 3:** *A organização do mapa, o que colocar em si e como colocar de forma resumida em uma ou duas palavras.*
 - **Aprendiz 4:** *Encontrar e ordenar as principais palavras, ou frases, para montar o mapa conceitual.*

- **Aprendiz 5:** *Para mim as dificuldades foram selecionar as palavras de ligação e estabelecer ligação cruzada.*
- **Tem alguma coisa que você gostaria de dizer que não lhe foi perguntado?**
 - **Aprendiz 1,2,3,4 e 5:** *Não.*

ESTUDO DE CASO 1 - LEVANTAMENTO DOS DADOS DOS APRENDIZES 1, 2 E 4

G.0.1 Aprendiz 1

A Figura G.1 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 1 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 1. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 1 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.



Figura G.1 Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura G.2 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 1. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 1 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

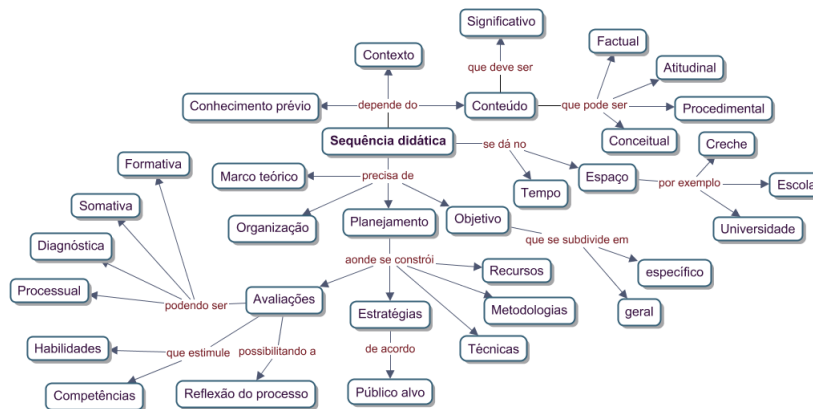


Figura G.2 Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

G.0.1.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados do Aprendiz 1, necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela G.1:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.1).
- **Tabela G.2:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.1.
- **Tabela G.3:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente à Tabela G.2.
- **Tabela G.4:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).
- **Tabela G.5:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.4.
- **Tabela G.6:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).
- **Tabela G.7:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Tabela G.1: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.1).

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que pode ser</i> Conceitual; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Procedimental; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Atitudinal;
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências; - Sequência didática <i>depende do</i> Conhecimento prévio; - Sequência didática <i>depende do</i> Contexto; - Sequência didática <i>depende do</i> Conteúdo; - Sequência didática <i>se dá no</i> Tempo; - Sequência didática <i>se dá no</i> Espaço; - Espaço <i>por exemplo</i> Creche; - Espaço <i>por exemplo</i> Escola; - Espaço <i>por exemplo</i> Universidade; - Sequência didática <i>precisa de</i> Marco teórico; - Sequência didática <i>precisa de</i> Organização; - Sequência didática <i>precisa de</i> Planejamento; - Sequência didática <i>precisa de</i> Objetivo; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Criticidade; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Autonomia; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Metodologias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Estratégias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Avaliações; - Estratégias <i>de acordo</i> Público alvo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.1 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura G.2.

Tabela G.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.1.

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>depende do</i> Conhecimento prévio; - Sequência didática <i>depende do</i> Contexto; - Sequência didática <i>depende do</i> Conteúdo; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Conceitual; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Procedimental; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Atitudinal; - Sequência <i>didática se dá no</i> Tempo; - Sequência <i>didática se dá no</i> Espaço; - Espaço <i>por exemplo</i> Creche;

continua na próxima página

Tabela G.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.1. (continuação)

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
	<ul style="list-style-type: none"> - Espaço <i>por exemplo</i> Escola; - Espaço <i>por exemplo</i> Universidade; - Sequência didática <i>precisa de</i> Marco teórico; - Sequência didática <i>precisa de</i> Organização; - Sequência didática <i>precisa de</i> Planejamento; - Sequência didática <i>precisa de</i> Objetivo; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Criticidade; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Autonomia; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Metodologias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Estratégias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Avaliações; - Estratégias <i>de acordo</i> Público alvo;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.3.

Tabela G.3: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela G.2.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo;	PRaPC ₁	- Conteúdo <i>que deve ser</i> Potencialmente significativo;
- Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades;	PRaPC ₂	- Avaliações <i>que investiga</i> Habilidades;
- Avaliações <i>que estimule</i> Competências;	PRaPC ₂	- Avaliações <i>que investiga</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela G.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>depende do</i> Conhecimento prévio; - Sequência didática <i>depende do</i> Contexto; - Sequência didática <i>depende do</i> Conteúdo; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Conceitual; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Procedimental; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Atitudinal; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Factual; - Sequência didática <i>se dá no</i> Tempo; - Sequência didática <i>se dá no</i> Espaço;

continua na próxima página

Tabela G.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).
(continuação)

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
	<ul style="list-style-type: none"> - Espaço <i>por exemplo</i> Creche; - Espaço <i>por exemplo</i> Escola; - Espaço <i>por exemplo</i> Universidade; - Sequência didática <i>precisa de</i> Marco teórico; - Sequência didática <i>precisa de</i> Organização; - Sequência didática <i>precisa de</i> Planejamento; - Sequência didática <i>precisa de</i> Objetivo; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Criticidade; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Autonomia; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Metodologias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Estratégias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Avaliações; - Estratégias <i>de acordo</i> Público alvo; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Específico; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Geral;
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Recursos; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Técnicas; - Avaliações <i>possibilitando a</i> Reflexão do processo; - Avaliações <i>podendo ser</i> Formativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Somativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Diagnóstica; - Avaliações <i>podendo ser</i> Processual;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.5 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela G.4.

Tabela G.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.4.

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>depende do</i> Conhecimento prévio; - Sequência didática <i>depende do</i> Contexto; - Sequência didática <i>depende do</i> Conteúdo; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Conceitual; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Procedimental; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Atitudinal; - Sequência didática <i>se dá no</i> Tempo; - Sequência didática <i>se dá no</i> Espaço; - Espaço <i>por exemplo</i> Creche; - Espaço <i>por exemplo</i> Escola; - Espaço <i>por exemplo</i> Universidade; - Sequência didática <i>precisa de</i> Marco teórico;

continua na próxima página

Tabela G.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.4. (continuação)

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>precisa de</i> Organização; - Sequência didática <i>precisa de</i> Planejamento; - Sequência didática <i>precisa de</i> Objetivo; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Metodologias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Estratégias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Avaliações; - Estratégias <i>de acordo</i> Público alvo; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Específico; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Geral; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Factual; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Recursos; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Técnicas; - Avaliações <i>possibilitando a</i> Reflexão do processo; - Avaliações <i>podendo ser</i> Formativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Somativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Diagnóstica; - Avaliações <i>podendo ser</i> Processual;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela G.6: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2).

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que pode ser</i> Factual; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Específico; - Objetivo <i>que se subdivide em</i> Geral; - Avaliações <i>possibilitando a</i> Reflexão do processo; - Avaliações <i>podendo ser</i> Formativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Somativa; - Avaliações <i>podendo ser</i> Diagnóstica; - Avaliações <i>podendo ser</i> Processual; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Recursos; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Técnicas;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.1)	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivo <i>que possibilite a</i> Criticidade; - Objetivo <i>que possibilite a</i> Autonomia;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>depende do</i> Conhecimento prévio; - Sequência didática <i>depende do</i> Contexto; - Sequência didática <i>depende do</i> Conteúdo; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Conceitual; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Procedimental; - Conteúdo <i>que pode ser</i> Atitudinal;

continua na próxima página

Tabela G.6: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2). (continuação)

Categorias de proposições	Proposição do mapa do aluno
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>se dá no</i> Tempo; - Sequência didática <i>se dá no</i> Espaço; - Espaço <i>por exemplo</i> Creche; - Espaço <i>por exemplo</i> Escola; - Espaço <i>por exemplo</i> Universidade; - Sequência didática <i>precisa de</i> Marco teórico; - Sequência didática <i>precisa de</i> Organização; - Sequência didática <i>precisa de</i> Planejamento; - Sequência didática <i>precisa de</i> Objetivo; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Metodologias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Estratégias; - Planejamento <i>aonde se constrói</i> Avaliações; - Estratégias <i>de acordo</i> Público alvo;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo <i>que deve ser</i> Significativo; - Avaliações <i>que estimule</i> Habilidades; - Avaliações <i>que estimule</i> Competências;

Fonte: Elaborado pelo autor.

G.0.1.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios Apresentamos na Tabela G.7 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Tabela G.7: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura G.1)	Proposição ramificada correta	PRaC	21
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
PCruI	00		
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura G.2)	Proposição ramificada correta	PRaC	29
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00

continua na próxima página

Tabela G.7: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1. (continuação)

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
		PCruI	00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a avaliação quantitativa será necessário calcular a quantidade de proposições ramificadas e a quantidade de proposições cruzadas no mapa do especialista, assim, temos:

- **PRaE** - 59 proposições ramificadas;
- **PCruE** - 28 proposições cruzadas.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista, definida na Seção 5.4.1.1.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{21 + 0}{59 + 28} \times 100 = \frac{21}{87} \times 100 = 24,1\% \quad (\text{G.1})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz, respectivamente, definidas na Seção 5.4.1.2.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.2})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{1 + 0}{24 + 0} \times 100 = 4,1\% \quad (\text{G.3})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.4})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{2 + 0}{24 + 0} \times 100 = 8,3\% \quad (\text{G.5})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.6})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{0 + 0}{24 + 0} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.7})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.8})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{0 + 0}{24 + 0} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.9})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{G.10})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (4,1 + 8,3 + 0,0 + 0,0) = 12,5\% \quad (\text{G.11})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.12})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{21 + 0}{24 + 0} \times 100 = 87,5\% \quad (\text{G.13})$$

G.0.1.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 = & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right) \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned} P_1 &= (21 * 2 + 0 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (42) + (1,5) + (2) \\ &= 45,5 \end{aligned}$$

G.0.1.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios A nota (entre zero e dez) obtida no mapa do aprendiz é (veja seção 5.4.2):

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (G.14)$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(45,5 * 10)}{(24 * 2)} = \frac{455}{48} = 9,4$$

G.0.1.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{29 + 0}{59 + 28} \times 100 = \frac{29}{87} \times 100 = 33,4\% \quad (G.15)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz, respectivamente.

$$S_2 = \frac{1 + 0}{32 + 0} \times 100 = 3,1\% \quad (G.16)$$

$$S_3 = \frac{2 + 0}{32 + 0} \times 100 = 6,2\% \quad (G.17)$$

$$S_4 = \frac{0 + 0}{24 + 0} \times 100 = 0,0\% \quad (G.18)$$

$$S_5 = \frac{0 + 0}{24 + 0} \times 100 = 0,0\% \quad (G.19)$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (3,1 + 6,2 + 0,0 + 0,0) = 9,3\% \quad (G.20)$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{29 + 0}{32 + 0} \times 100 = 90,7\% \quad (\text{G.21})$$

G.0.1.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (29 * 2 + 0 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (58) + (1,5) + (2) \\ &= 61,5 \end{aligned}$$

G.0.1.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos A nota (entre zero e dez) obtida no mapa do aprendiz é (veja seção 5.4.2):

$$Nota = \frac{(61,5 * 10)}{(32 * 2)} = \frac{615}{64} = 9,6$$

G.0.1.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios \times Recém Adquiridos

A partir do modelo desenvolvido na Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos e dos critérios definidos na Seção 5.3.2 é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** A comparação entre os mapas de conhecimento prévio e recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos.
 - **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)**
 - * Objetivo *que possibilite a* Criticidade;
 - * Objetivo *que possibilite a* Autonomia.
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Conteúdo *que pode ser* Factual;
 - * Objetivo *que se subdivide em* Específico;
 - * Objetivo *que se subdivide em* Geral;
 - * Avaliações *possibilitando a* Reflexão do processo;

- * Avaliações *podendo ser* Formativa;
- * Avaliações *podendo ser* Somativa;
- * Avaliações *podendo ser* Diagnóstica;
- * Avaliações *podendo ser* Processual;
- * Planejamento *aonde se constrói* Recursos;
- * Planejamento *aonde se constrói* Técnicas.

- **Índice de Aprendizagem Significativa:** No entanto, não há índice de aprendizagem significativa, pois não atende a nenhum dos critérios para índices da aprendizagem significativa do nosso modelo da Seção 5.1.

G.0.2 Aprendiz 2

A Figura G.3 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 2 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

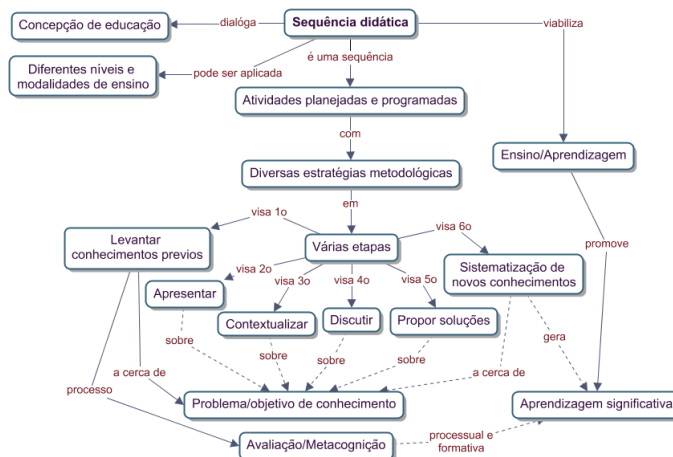


Figura G.3 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura G.4 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 2. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

G.0.2.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados do Aprendiz 2, necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

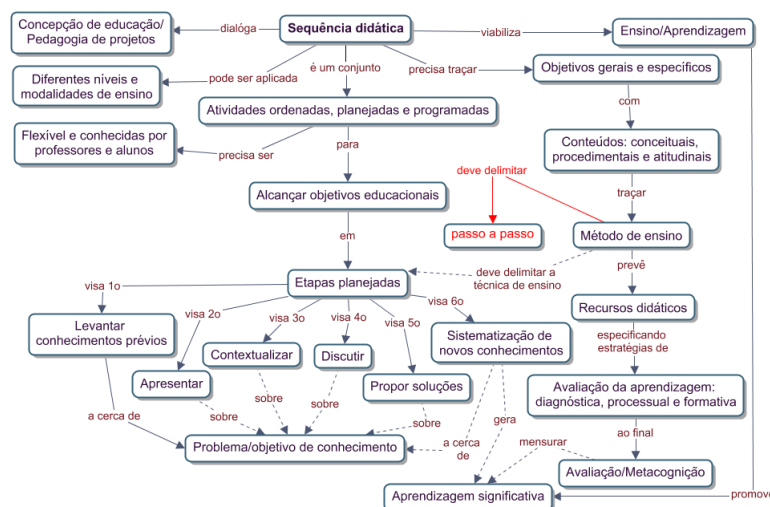


Figura G.4 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

- **Tabela G.8:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.3).
- **Tabela G.9:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.8.
- **Tabela G.10:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela G.9.
- **Tabela G.11:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).
- **Tabela G.12:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.11.
- **Tabela G.13:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela G.12.
- **Tabela G.14:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).
- **Tabela G.15:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Tabela G.8: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.3).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa; - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação; - Sequência didática <i>pode ser aplicada</i> Diferentes níveis e modalidades de ensino; - Sequência didática <i>é uma sequência</i> Atividades planejadas e programadas; - Sequência didática <i>viabiliza</i> Ensino/Aprendizagem; - Atividades planejadas e programadas <i>com</i> Diversas estratégias metodológicas; - Diversas estratégias metodológicas <i>em</i> Várias etapas; - Várias etapas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Várias etapas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Várias etapas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Várias etapas <i>visa 4o</i> Discutir; - Várias etapas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Várias etapas <i>visa 6o</i> Sistematização de novos conhecimentos; - Levantar conhecimentos prévios <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Levantar conhecimentos prévios <i>processo</i> Avaliação/Metacognição;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa; - Avaliação/Metacognição <i>processual e formativa</i> Aprendizagem significativa; - Apresentar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Contextualizar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Discutir <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Propor soluções <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Sistematização de novos conhecimentos <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.8 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura G.9.

Tabela G.9: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.8.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação; - Sequência didática <i>pode ser aplicada</i> Diferentes níveis e modalidades de ensino; - Sequência didática <i>é uma sequência</i> Atividades planejadas e programadas;

continua na próxima página

Tabela G.9: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.8. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>viabiliza</i> Ensino/Aprendizagem; - Atividades planejadas e programadas <i>com</i> Diversas estratégias metodológicas; - Diversas estratégias metodológicas <i>em</i> Várias etapas; - Várias etapas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Várias etapas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Várias etapas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Várias etapas <i>visa 4o</i> Discutir; - Várias etapas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Várias etapas <i>visa 6o</i> Sistematização de novos conhecimentos; - Levantar conhecimentos prévios <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Levantar conhecimentos prévios <i>processo</i> Avaliação/Metaconição;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Contextualizar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Discutir <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Propor soluções <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Sistematização de novos conhecimentos <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa; - Avaliação/Metaconição <i>processual e formativa</i> Aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas e incorretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.10.

Tabela G.10: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela G.9.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa;	PRaPC ₂	- Ensino/Aprendizagem <i>pode promover</i> Aprendizagem significativa;
- Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa;	PCruPC ₂	- Sistematização de novos conhecimentos <i>pode gerar</i> Aprendizagem significativa;
- Avaliação/Metaconição <i>processual e formativa</i> Aprendizagem significativa;	PCruI	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação <i>se divide em</i> Processual; - Avaliação <i>se divide em</i> Formativa; - Avaliação <i>permite analisar</i> Evidências da aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela G.11: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>pode ser aplicada</i> Diferentes níveis e modalidades de ensino; - Sequência didática <i>viabiliza</i> Ensino/Aprendizagem; - Etapas planejadas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Etapas planejadas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Etapas planejadas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Etapas planejadas <i>visa 4o</i> Discutir; - Etapas planejadas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Etapas planejadas <i>visa 6o</i> Sistematização de novos conhecimentos; - Levantar conhecimentos prévios <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Contextualizar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Discutir <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Propor soluções <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Sistematização de novos conhecimentos <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação/Pedagogia de projetos; - Sequência didática <i>é um conjunto</i> Atividades planejadas e programadas; - Atividades planejadas e programadas <i>precisa ser</i> Flexível e conhecidas por professores e alunos; - Atividades planejadas e programadas <i>para</i> Alcançar objetivos educacionais; - Alcançar objetivos educacionais <i>em</i> Etapas planejadas; - Sequência didática <i>precisa traçar</i> Objetivos gerais e específicos; - Objetivos gerais e específicos <i>com</i> Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais; - Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais <i>traçar</i> Método de ensino; - Método de ensino <i>prevê</i> Recursos didáticos; - Recursos didáticos especificando <i>estratégias de</i> Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa; - Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa <i>ao final</i> Avaliação/Metacognição;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Método de ensino <i>deve delimitar</i> passo a passo;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Método de ensino <i>deve delimitar a técnica de ensino</i> Etapas planejadas; - Avaliação/Metacognição <i>mensurar</i> Aprendizagem significativa;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.12 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela G.11.

Tabela G.12: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.11.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação/Pedagogia de projetos; - Sequência didática <i>pode ser aplicada</i> Diferentes níveis e modalidades de ensino; - Sequência didática <i>é um conjunto</i> Atividades planejadas e programadas; - Sequência didática <i>viabiliza</i> Ensino/Aprendizagem; - Atividades planejadas e programadas <i>com</i> Diversas estratégias metodológicas; - Alcançar objetivos educacionais <i>em</i> Etapas planejadas; - Etapas planejadas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Etapas planejadas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Etapas planejadas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Etapas planejadas <i>visa 4o</i> Discutir; - Etapas planejadas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Levantar conhecimentos prévios <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Atividades planejadas e programadas <i>precisa ser</i> Flexível e conhecidas por professores e alunos; - Atividades planejadas e programadas <i>para</i> Alcançar objetivos educacionais; - Sequência didática <i>precisa traçar</i> Objetivos gerais e específicos; - Objetivos gerais e específicos <i>com</i> Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais; - Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais <i>traçar</i> Método de ensino;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Contextualizar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Discutir <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Propor soluções sobre Problema/objetivo de conhecimento; - Sistematização de novos conhecimentos <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa; - Método de ensino <i>prevê</i> Recursos didáticos; - Recursos didáticos <i>especificando</i> estratégias de Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa; - Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa <i>ao final</i> Avaliação/Metacognição;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Método de ensino <i>deve delimitar</i> passo a passo;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa; - Método de ensino <i>deve delimitar a técnica de ensino</i> Etapas planejadas;

continua na próxima página

Tabela G.12: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.11. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Avaliação/Metacognição <i>mensurar</i> Aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.13.

Tabela G.13: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referente a Tabela G.12.

Proposição mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Método de ensino <i>prevê</i> Recursos didáticos;	PRaPC ₂	- Método de ensino <i>traz</i> Recursos didáticos;
- Avaliação/Metacognição <i>mensurar</i> Aprendizagem significativa;	PCruPC ₂	- Avaliação <i>permite analisar</i> Evidências da aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as outras proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

- <Recursos didáticos *especificando estratégias de* Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa>
- <Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa *ao final* Avaliação/Metacognição>
- <Método de ensino *deve delimitar a técnica de ensino* Etapas planejadas>
- <Método de ensino *deve delimitar* passo a passo>

Tabela G.14: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	- Alcançar objetivos educacionais <i>em</i> Etapas Planejadas; - Etapas planejadas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Etapas Planejadas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Etapas Planejadas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Etapas Planejadas <i>visa 4o</i> Discutir; - Etapas Planejadas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Etapas Planejadas <i>visa 6o</i> Sistematização de novos conhecimentos; - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação/Pedagogia de projetos;

continua na próxima página

Tabela G.14: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é um conjunto</i> Atividades ordenadas, planejadas e programadas; - Atividades ordenadas, planejadas e programadas <i>para</i> Alcançar objetivos educacionais; - Sequência didática <i>precisa traçar</i> Objetivos gerais e específicos; - Objetivos gerais e específicos <i>com</i> Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais; - Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais <i>traçar</i> Método de ensino;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos da (Figura G.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Método de ensino <i>prevê</i> Recursos didáticos; - Recursos didáticos <i>especificando estratégias de</i> Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa; - Avaliação da aprendizagem: diagnóstica, processual e formativa <i>ao final</i> Avaliação/Metacognição;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos da (Figura G.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação/Metacognição <i>mensurar</i> Aprendizagem significativa; - Método de ensino <i>deve delimitar a técnica de ensino</i> Etapas planejadas;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>dialoga</i> Concepção de educação; - Várias etapas <i>visa 1o</i> Levantar conhecimentos prévios; - Várias etapas <i>visa 2o</i> Apresentar; - Várias etapas <i>visa 3o</i> Contextualizar; - Várias etapas <i>visa 4o</i> Discutir; - Várias etapas <i>visa 5o</i> Propor soluções; - Várias etapas <i>visa 6o</i> Sistematização de novos conhecimentos; - Sequência didática <i>é uma sequência</i> Atividades planejadas e programadas; - Atividades planejadas e programadas <i>com</i> Diversas estratégias metodológicas; - Diversas estratégias metodológicas <i>em</i> Várias etapas; - Levantar conhecimentos prévios <i>processo</i> Avaliação/ Meta-cognição;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Método de ensino <i>deve delimitar</i> passo a passo;
Remoção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação/Metacognição <i>processual e formativa</i> Aprendizagem significativa;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>viabiliza</i> Ensino/Aprendizagem; - Sequência didática <i>pode ser aplicada</i> Diferentes níveis e modalidades de ensino; - Levantar conhecimentos prévios <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição correta reconciliada	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento;

continua na próxima página

Tabela G.14: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	- Contextualizar <i>sobre</i> Problema/objetivo de conhecimento; - Discutir sobre Problema/objetivo de conhecimento; - Propor soluções sobre Problema/objetivo de conhecimento; - Sistematização de novos conhecimentos <i>a cerca de</i> Problema/objetivo de conhecimento;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	- Ensino/Aprendizagem <i>promove</i> Aprendizagem significativa;
Proposição parcialmente correta e incorreta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	- Sistematização de novos conhecimentos <i>gera</i> Aprendizagem significativa;

Fonte: Elaborado pelo autor.

G.0.2.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios Apresentamos na Tabela G.15 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Tabela G.15: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura G.3)	Proposição ramificada correta	PRaC	14
	Proposição reconciliada correta	PCruC	05
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	00
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	01
		PCruPC ₂	01
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
		PCruI	01
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura G.4)	Proposição ramificada correta	PRaC	19
	Proposição reconciliada correta	PCruC	05
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	01
		PCruPC ₂	02
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	03
		PCruI	01

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista, definida na Seção 5.4.1.1.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{14 + 05}{59 + 28} \times 100 = \frac{19}{87} \times 100 = 21,8\% \quad (\text{G.22})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz, definidas na Seção 5.4.1.2.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.23})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{00 + 00}{15 + 07} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.24})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.25})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{01 + 01}{15 + 07} \times 100 = 9,0\% \quad (\text{G.26})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.27})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{15 + 07} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.28})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.29})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 01}{15 + 07} \times 100 = 4,5\% \quad (\text{G.30})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{G.31})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (0,0 + 9,0 + 0,0 + 4,5) = 13,5\% \quad (\text{G.32})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m} (PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q} (PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r} (PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.33})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{14 + 05}{15 + 07} \times 100 = 86,4\% \quad (\text{G.34})$$

G.0.2.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 = & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right) \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned} P_1 = & (14 * 2 + 05 * 8) + (00 * 1,5 + 00 * 3,0) + (01 * 1,0 + 01 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ & = (68) + (3) \\ & = 71 \end{aligned}$$

G.0.2.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1,\dots,q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1,\dots,r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (\text{G.35})$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(71 * 10)}{(15 * 2) + (7 * 8)} = \frac{710}{86} = 8,2$$

G.0.2.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{19 + 05}{59 + 28} \times 100 = \frac{24}{87} \times 100 = 27,5\% \quad (\text{G.36})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{01 + 00}{24 + 08} \times 100 = 3,1\% \quad (\text{G.37})$$

$$S_3 = \frac{01 + 02}{24 + 08} \times 100 = 9,3\% \quad (\text{G.38})$$

$$S_4 = \frac{00 + 00}{24 + 08} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.39})$$

$$S_5 = \frac{03 + 01}{24 + 08} \times 100 = 12,5\% \quad (\text{G.40})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (3,1 + 9,3 + 0,0 + 12,5) = 24,9\% \quad (\text{G.41})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{19 + 05}{24 + 08} \times 100 = 75,0\% \quad (\text{G.42})$$

G.0.2.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (19 * 2 + 5 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (01 * 1,0 + 02 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (78) + (1,5) + (5) \\ &= 84,5 \end{aligned}$$

G.0.2.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(84,5 * 10)}{(24 * 2) + (8 * 8)} = \frac{845}{112} = 7,5$$

G.0.2.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.
 - **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)**
 - * Sequência didática *dialoga* Concepção de educação;
 - * Sequência didática *é uma sequência* Atividades planejadas e programadas;
 - * Atividades planejadas e programadas *com* Diversas estratégias metodológicas;
 - * Diversas estratégias metodológicas *em* Várias etapas;
 - * Várias etapas *visa 1o* Levantar conhecimentos prévios;
 - * Várias etapas *visa 2o* Apresentar;
 - * Várias etapas *visa 3o* Contextualizar;
 - * Várias etapas *visa 4o* Discutir;
 - * Várias etapas *visa 5o* Propor soluções;
 - * Várias etapas *visa 6o* Sistematização de novos conhecimentos;
 - * Levantar conhecimentos prévios *processo* Avaliação/Metacognição;
 - **Critério 1: (Proposição Reconciliada Removida Correta)**
 - * Avaliação/Metacognição *processual e formativa* Aprendizagem significativa;
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Sequência didática *dialoga* Concepção de educação/Pedagogia de projetos;
 - * Sequência didática *é um conjunto* Atividades ordenadas, planejadas e programadas;
 - * Atividades ordenadas, planejadas e programadas *para* Alcançar objetivos educacionais;
 - * Alcançar objetivos educacionais *em* Etapas Planejadas;

- * Etapas Planejadas *visa 1o* Levantar conhecimentos prévios;
- * Etapas Planejadas *visa 2o* Apresentar;
- * Etapas Planejadas *visa 3o* Contextualizar;
- * Etapas Planejadas *visa 4o* Discutir;
- * Etapas Planejadas *visa 5o* Propor soluções;
- * Etapas Planejadas *visa 6o* Sistematização de novos conhecimentos;
- * Sequência didática *precisa traçar* Objetivos gerais e específicos;
- * Objetivos gerais e específicos *com* Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais;
- * Conteúdos: conceituais, procedimentais e atitudinais *traçar* Método de ensino;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Método de ensino *prevê* Recursos didáticos;
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Método de ensino *deve delimitar* Passo a passo;
- **Indícios de Aprendizagem Significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (ii), critérios 2 e 3 (parcialmente): Os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio), porém há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.
 - **Critério 3: (Proposição Reconciliada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Avaliação/Metacognição *mensurar* Aprendizagem significativa;

G.0.3 Aprendiz 4

A Figura G.5 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 4 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 4 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

A Figura G.6 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 4. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequências didáticas na perspectiva ausubeliana pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 4 encontra-se no **Apêndice I** deste texto.

G.0.3.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados do Aprendiz 4, necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

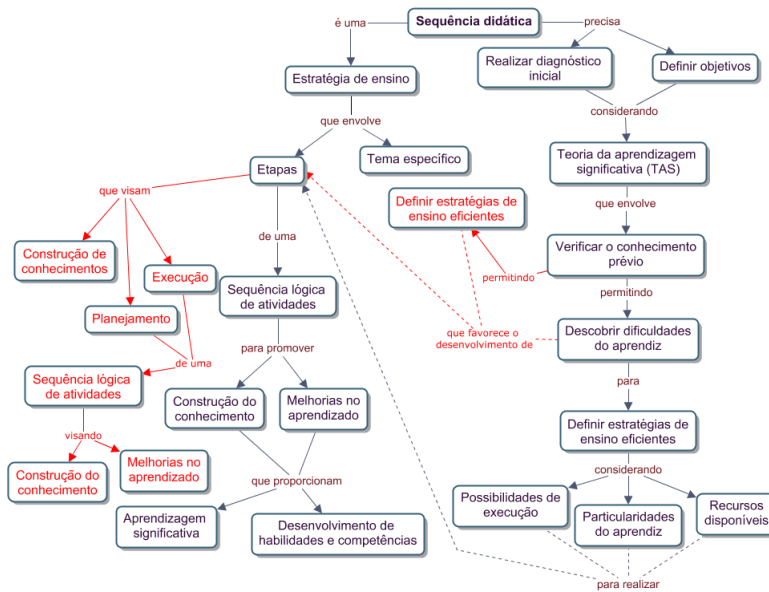


Figura G.5 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

- **Tabela G.16:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.5).
- **Tabela G.17:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.16.
- **Tabela G.18:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela G.17.
- **Tabela G.19:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).
- **Tabela G.20:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.19.
- **Tabela G.21:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela G.20.
- **Tabela G.22:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).
- **Tabela G.23:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

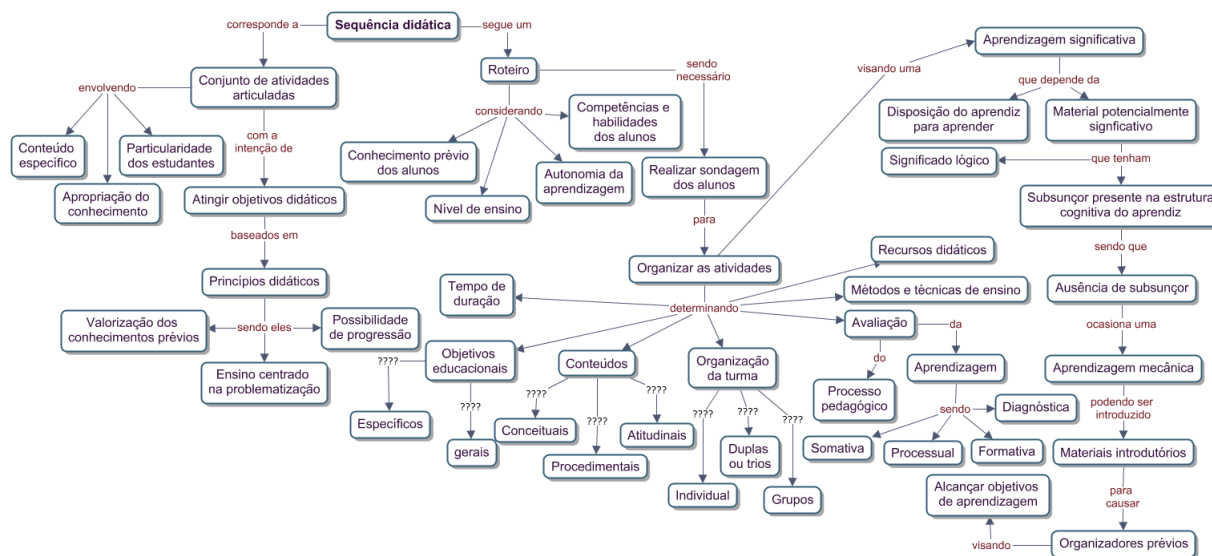


Figura G.6 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

Tabela G.16: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.5).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>precisa</i> Realizar diagnóstico inicial; - Sequência didática <i>precisa</i> Definir objetivos; - Realizar diagnóstico inicial <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS); - Definir objetivos <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS); - Teoria da aprendizagem significativa (TAS) <i>que envolve</i> Verificar o conhecimento prévio; - Verificar o conhecimento prévio <i>permitindo</i> Descobrir dificuldades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>que favorece</i> o desenvolvimento Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>para</i> Definir estratégias de ensino eficientes; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>que favorece o desenvolvimento</i> de Etapas; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Possibilidades de execução; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Particularidades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Recursos disponíveis; - Sequência didática <i>é uma</i> Estratégia de ensino; - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Tema específico;

continua na próxima página

Tabela G.16: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura G.5). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Etapas; - Etapas <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Melhorias no aprendizado; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências; - Melhorias no Aprendizado <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Melhorias no aprendizado <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>que visam</i> Construção de conhecimentos; - Etapas <i>que visam</i> Planejamento; - Etapas <i>que visam</i> Execução; - Planejamento <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Execução <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Melhorias no Aprendizado; - Verificar o conhecimento prévio <i>permitindo</i> Definir estratégias de ensino eficientes;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidades de execução <i>para realizar</i> etapas; - Particularidades do aprendiz <i>para realizar</i> etapas; - Recursos disponíveis <i>para realizar</i> etapas;
Proposição reconciliada inexistente (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Definir estratégias de ensino eficientes que favorece o desenvolvimento de Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz que favorece o desenvolvimento de Etapas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.16 apresenta asc proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura G.17.

Tabela G.17: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.16.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>precisa</i> Realizar diagnóstico inicial; - Sequência didática <i>precisa</i> Definir objetivos; - Realizar diagnóstico inicial <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS);

continua na próxima página

Tabela G.17: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.16. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Definir objetivos <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS); - Teoria da aprendizagem significativa (TAS) <i>que envolve</i> Verificar o conhecimento prévio; - Verificar o conhecimento prévio <i>permitindo</i> Descobrir dificuldades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>que favorece o desenvolvimento</i> Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>para</i> Definir estratégias de ensino eficientes; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>que favorece o desenvolvimento</i> de Etapas; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Possibilidades de execução; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Particularidades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Recursos disponíveis; - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Tema específico; - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Etapas; - Etapas <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Melhorias no aprendizado;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é uma</i> Estratégia de ensino; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências; - Melhorias no Aprendizado <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Melhorias no aprendizado <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;
Proposição ramificada correta (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>que visam</i> Construção de conhecimentos; - Planejamento <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Melhorias no Aprendizado; - Verificar o conhecimento prévio <i>permitindo</i> Definir estratégias de ensino eficientes;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>que visam</i> Planejamento; - Etapas <i>que visam</i> Execução; - Execução <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidades de execução <i>para realizar</i> etapas; - Particularidades do aprendiz <i>para realizar</i> etapas; - Recursos disponíveis <i>para realizar</i> etapas;

continua na próxima página

Tabela G.17: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela G.16. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
Proposição reconciliada correta (Processo de construção)	- Definir estratégias de ensino eficientes que favorece o desenvolvimento de Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz que favorece o desenvolvimento de Etapas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.18.

Tabela G.18: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela G.17.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Sequência didática <i>é uma</i> Estratégia de ensino;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>apresenta</i> Estratégia de ensino;
- Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa;	PRaPC ₂	- Construção do conhecimento <i>que podem proporcionar</i> Aprendizagem significativa;
- Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;	PRaPC ₂	- Construção do conhecimento <i>que podem proporcionar</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;
- Melhorias no aprendizado <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa;	PRaPC ₂	- Melhorias no aprendizado <i>que podem proporcionar</i> Aprendizagem significativa;
- Melhorias no aprendizado <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;	PRaPC ₂	- Melhorias no aprendizado <i>que podem proporcionar</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;
- Etapas <i>que visam</i> Planejamento;	PRaPC ₂	- Etapas <i>constituem</i> Planejamento;
- Etapas <i>que visam</i> Execução;	PRaPC ₂	- Etapas <i>são</i> Execução;
- Execução <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades;	PRaPC ₂	- Execução <i>segue uma</i> Sequência lógica de atividades;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela G.19: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- Princípios didáticos <i>sendo</i> eles Possibilidade de progressão; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Objetivos educacionais; - Aprendizagem mecânica <i>podendo ser introduzido</i> Materiais introdutórios; - Sequência didática <i>corresponde a</i> Conjunto de atividades articuladas; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Conteúdo específico;

continua na próxima página

Tabela G.19: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Apropriação do conhecimento; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Particularidade dos estudantes; - Conjunto de atividades articuladas <i>com a intenção de</i> Atingir objetivos didáticos; - Atingir objetivos didáticos <i>baseados em</i> Princípios didáticos; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Valorização dos conhecimentos prévios; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Ensino centrado na problematização; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Possibilidade de progressão; - Sequência didática <i>segue</i> um Roteiro; - Roteiro <i>considerando</i> Conhecimento prévio dos alunos; - Roteiro <i>considerando</i> Nível de ensino; - Roteiro <i>considerando</i> Autonomia da aprendizagem; - Roteiro <i>considerando</i> Competências e habilidades dos alunos; - Roteiro <i>sendo necessário</i> Realizar sondagem dos alunos; - Realizar sondagem dos alunos <i>para</i> Organizar as atividades; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Tempo de duração; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Objetivos educacionais; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Conteúdos; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Organização da turma; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Avaliação; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Métodos e técnicas de ensino; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Recursos didáticos; - Avaliação <i>do</i> Processo pedagógico; - Avaliação <i>da</i> Aprendizagem; - Avaliação <i>sendo</i> Somativa; - Avaliação <i>sendo</i> Processual; - Avaliação <i>sendo</i> Formativa; - Avaliação <i>sendo</i> Diagnóstica; - Organizar as atividades <i>visando uma</i> Aprendizagem significativa; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Disposição do aprendiz para aprender; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Significado lógico; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz; - Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz <i>sendo que</i> Ausência de subsunçor; - Ausência de subsunçor <i>ocasiona uma</i> Aprendizagem mecânica;

continua na próxima página

Tabela G.19: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.2) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem mecânica <i>podendo ser</i> introduzido Materiais introdutórios; - Materiais introdutórios <i>para causar</i> Organizadores prévios; - Organizadores prévios <i>visando</i> Alcançar objetivos de aprendizagem;
Proposição incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos educacionais ??? Específicos; - Objetivos educacionais ??? Gerais; - Conteúdos ??? Conceituais; - Conteúdos ??? Atitudinais; - Conteúdos ??? Procedimentais; - Organização da turma ??? Individual; - Organização da turma ??? Duplas ou trios; - Organização da turma ??? Grupos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela G.20 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela G.19.

Tabela G.20: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.19.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>corresponde a</i> Conjunto de atividades articuladas; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Conteúdo específico; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Apropriação do conhecimento; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Particularidade dos estudantes; - Conjunto de atividades articuladas <i>com a intenção de</i> Atingir objetivos didáticos; - Atingir objetivos didáticos <i>baseados em</i> Princípios didáticos; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Valorização dos conhecimentos prévios; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Ensino centrado na problematização; - Sequência didática <i>segue um</i> Roteiro; - Roteiro <i>considerando</i> Conhecimento prévio dos alunos; - Roteiro <i>considerando</i> Nível de ensino; - Roteiro <i>considerando</i> Autonomia da aprendizagem; - Roteiro <i>considerando</i> Competências e habilidades dos alunos; - Roteiro <i>sendo necessário</i> Realizar sondagem dos alunos; - Realizar sondagem dos alunos <i>para</i> Organizar as atividades; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Tempo de duração; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Conteúdos;

continua na próxima página

Tabela G.20: Resultado da avaliação manual das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela G.19. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar as atividades <i>determinando</i> Organização da turma; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Avaliação; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Métodos e técnicas de ensino; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Recursos didáticos; - Avaliação <i>do</i> Processo pedagógico; - Avaliação <i>da</i> Aprendizagem; - Avaliação <i>sendo</i> Somativa; - Avaliação <i>sendo</i> Processual; - Avaliação <i>sendo</i> Formativa; - Avaliação <i>sendo</i> Diagnóstica; - Organizar as atividades <i>visando</i> uma Aprendizagem significativa; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Disposição do aprendiz para aprender; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Significado lógico; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz; - Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz <i>sendo que</i> Ausência de subsunçor; - Ausência de subsunçor <i>ocasiona uma</i> Aprendizagem mecânica; - Organizadores prévios <i>visando</i> Alcançar objetivos de aprendizagem; - Aprendizagem mecânica <i>podendo ser</i> introduzido Materiais introdutórios;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Possibilidade de progressão; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Objetivos educacionais; - Materiais introdutórios <i>para causar</i> Organizadores prévios;
Proposição incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos educacionais ??? Específicos; - Objetivos educacionais ??? Gerais; - Conteúdos ??? Conceituais; - Conteúdos ??? Atitudinais; - Conteúdos ??? Procedimentais; - Organização da turma ??? Individual; - Organização da turma ??? Duplas ou trios; - Organização da turma ??? Grupos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.21.

Tabela G.21: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referente a Tabela G.20.

Proposição mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Possibilidade de progressão;	PRaPC ₁	- Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Construção do conhecimento;
- Organizar as atividades <i>determinando</i> Objetivos educacionais;	PRaPC ₂	- Organizar as atividades <i>a partir</i> Objetivos educacionais
- Materiais introdutórios <i>para causar</i> Organizadores prévios;	PRaPC ₂	- Materiais introdutórios <i>sendo eles</i> Organizadores prévios;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela G.22: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>corresponde a</i> Conjunto de atividades articuladas; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Conteúdo específico; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Apropriação do conhecimento; - Conjunto de atividades articuladas <i>envolvendo</i> Particularidade dos estudantes; - Conjunto de atividades articuladas <i>com a intenção de</i> Atingir objetivos didáticos; - Atingir objetivos didáticos <i>baseados em</i> Princípios didáticos; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Valorização dos conhecimentos prévios; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Ensino centrado na problematização; - Sequência didática <i>segue um</i> Roteiro; - Roteiro <i>considerando</i> Conhecimento prévio dos alunos; - Roteiro <i>considerando</i> Nível de ensino; - Roteiro <i>considerando</i> Autonomia da aprendizagem; - Roteiro <i>considerando</i> Competências e habilidades dos alunos; - Roteiro <i>sendo necessário</i> Realizar sondagem dos alunos; - Realizar sondagem dos alunos <i>para</i> Organizar as atividades; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Tempo de duração; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Conteúdos; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Organização da turma; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Avaliação; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Métodos e técnicas de ensino; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Recursos didáticos; - Avaliação <i>do</i> Processo pedagógico; - Avaliação <i>da</i> Aprendizagem; - Avaliação <i>sendo</i> Somativa;

continua na próxima página

Tabela G.22: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação <i>sendo</i> Processual; - Avaliação <i>sendo</i> Formativa; - Avaliação <i>sendo</i> Diagnóstica; - Organizar as atividades <i>visando uma</i> Aprendizagem significativa; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Disposição do aprendiz para aprender; - Aprendizagem significativa <i>que depende da</i> Material potencialmente significativo; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Significado lógico; - Material potencialmente significativo <i>que tenham</i> Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz; - Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz <i>sendo que</i> Ausência de subsunçor; - Ausência de subsunçor <i>ocasiona uma</i> Aprendizagem mecânica; - Materiais introdutórios <i>para causar</i> Organizadores prévios; - Organizadores prévios <i>visando Alcançar</i> objetivos de aprendizagem;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem mecânica <i>podendo ser</i> introduzido Materiais introdutórios; - Princípios didáticos <i>sendo eles</i> Possibilidade de progressão; - Organizar as atividades <i>determinando</i> Objetivos educacionais;
Inserção de proposição incompleta no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos educacionais ??? Específicos; - Objetivos educacionais ??? Gerais; - Conteúdos ??? Conceituais; - Conteúdos ??? Atitudinais; - Conteúdos ??? Procedimentais; - Organização da turma ??? Individual; - Organização da turma ??? Duplas ou trios; - Organização da turma ??? Grupos;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>precisa</i> Realizar diagnóstico inicial; - Sequência didática <i>precisa</i> Definir objetivos; - Realizar diagnóstico inicial <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS); - Definir objetivos <i>considerando</i> Teoria da aprendizagem significativa (TAS); - Teoria da aprendizagem significativa (TAS) <i>que envolve</i> Verificar o conhecimento prévio; - Verificar o conhecimento prévio <i>permitindo</i> Descobrir dificuldades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>que favorece</i> o desenvolvimento Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>para</i> Definir estratégias de ensino eficientes; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>que favorece</i> o desenvolvimento de Etapas;

continua na próxima página

Tabela G.22: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura G.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Possibilidades de execução; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Particularidades do aprendiz; - Definir estratégias de ensino eficientes <i>considerando</i> Recursos disponíveis; - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Tema específico; - Estratégia de ensino <i>que envolve</i> Etapas; - Etapas <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>para promover</i> Melhorias no aprendizado;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>que visam</i> Construção de conhecimentos; - Planejamento <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Construção do conhecimento; - Sequência lógica de atividades <i>visando</i> Melhorias no Aprendizado;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Etapas <i>que visam</i> Planejamento; - Etapas <i>que visam</i> Execução; - Execução <i>de uma</i> Sequência lógica de atividades;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é uma</i> Estratégia de ensino; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Construção do conhecimento <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências; - Melhorias no Aprendizado <i>que proporcionam</i> Aprendizagem significativa; - Melhorias no aprendizado <i>que proporcionam</i> Desenvolvimento de habilidades e competências;
Remoção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidades de execução <i>para realizar</i> Etapas; - Particularidades do aprendiz <i>para realizar</i> etapas; - Recursos disponíveis <i>para realizar</i> Etapas;
Remoção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura G.5) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Definir estratégias de ensino eficientes <i>que favorece o desenvolvimento de</i> Etapas; - Descobrir dificuldades do aprendiz <i>que favorece o desenvolvimento de</i> Etapas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

G.0.3.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios Apresentamos na Tabela G.23 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

Tabela G.23: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 4.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura G.5)	Proposição ramificada correta	PRaC	17
	Proposição ramificada correta (processo de construção)	PRaCProC	04
	Proposição reconciliada correta	PCruC	03
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	00
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	05
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
PCruI	00		
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura G.6)	Proposição ramificada correta	PRaC	36
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	02
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	01
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
	PCruI	00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{17 + 03}{59 + 28} \times 100 = \frac{20}{87} \times 100 = 23,0\% \quad (G.43)$$

Porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista, mas, neste caso, utilizando as proposições identificadas durante o processo de construção.

$$S_{1.1} = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j) + \sum_{s=1,\dots,o}(PRaCProC_s) + \sum_{t=1,\dots,p}(PCruCProC_t)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100 \quad (G.44)$$

substituindo temos:

$$S_{1.1} = \frac{(17 + 03) + (04 + 00)}{59 + 28} \times 100 = \frac{24}{87} \times 100 = 27,5\% \quad (\text{G.45})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.46})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{00 + 00}{22 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.47})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.48})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{05 + 00}{22 + 03} \times 100 = 20,0\% \quad (\text{G.49})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.50})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{22 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.51})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.52})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 00}{22 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.53})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{G.54})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (0,0 + 20,0 + 0,0 + 0,0) = 20,0\% \quad (\text{G.55})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{G.56})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{17 + 03}{22 + 03} \times 100 = 80,0\% \quad (\text{G.57})$$

G.0.3.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 = & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right) \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned} P_1 = & (17 * 2 + 3 * 8) + (00 * 1,5 + 00 * 3,0) + (05 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ & = (58) + (5) \\ & = 63 \end{aligned}$$

G.0.3.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v) * 1,5)} \quad (\text{G.58})$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(63 * 10)}{(22 * 2) + (3 * 8)} = \frac{630}{68} = 9,2$$

G.0.3.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{36 + 00}{59 + 28} \times 100 = \frac{36}{87} \times 100 = 41,3\% \quad (\text{G.59})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{02 + 00}{39 + 00} \times 100 = 5,1\% \quad (\text{G.60})$$

$$S_3 = \frac{01 + 00}{39 + 00} \times 100 = 2,5\% \quad (\text{G.61})$$

$$S_4 = \frac{00 + 00}{39 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.62})$$

$$S_5 = \frac{00 + 00}{39 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{G.63})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (5,1 + 2,5 + 0,0 + 0,0) = 7,6\% \quad (\text{G.64})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{36 + 00}{39 + 00} \times 100 = 92,3\% \quad (\text{G.65})$$

G.0.3.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (36 * 2 + 00 * 8) + (02 * 1,5 + 00 * 3,0) + (01 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (72) + (3,0) + (01) \\ &= 76 \end{aligned}$$

G.0.3.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(76 * 10)}{(39 * 2)} = \frac{760}{78} = 9,7$$

G.0.3.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.

– Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)

- * Sequência didática *precisa* Realizar diagnóstico inicial;
- * Sequência didática *precisa* Definir objetivos;
- * Realizar diagnóstico inicial *considerando* Teoria da aprendizagem significativa (TAS);
- * Definir objetivos *considerando* Teoria da aprendizagem significativa (TAS);
- * Teoria da aprendizagem significativa (TAS) *que envolve* Verificar o conhecimento prévio;
- * Verificar o conhecimento prévio *permitindo* Descobrir dificuldades do aprendiz;
- * Definir estratégias de ensino eficientes *que favorece o desenvolvimento* Etapas;
- * Descobrir dificuldades do aprendiz *para* Definir estratégias de ensino eficientes;
- * Descobrir dificuldades do aprendiz *que favorece o desenvolvimento de* Etapas;
- * Definir estratégias de ensino eficientes *considerando* Possibilidades de execução;
- * Definir estratégias de ensino eficientes *considerando* Particularidades do aprendiz;
- * Definir estratégias de ensino eficientes *considerando* Recursos disponíveis;
- * Estratégia de ensino *que envolve* Tema específico;
- * Estratégia de ensino *que envolve* Etapas;
- * Etapas *de uma* Sequência lógica de atividades;
- * Sequência lógica de atividades *para promover* Construção do conhecimento;
- * Sequência lógica de atividades *para promover* Melhorias no aprendizado;

– Critério 1: (Proposição Reconciliada Removida Correta)

- * Possibilidades de execução *para realizar* Etapas;

- * Particularidades do aprendiz *para realizar* Etapas;
- * Recursos disponíveis *para realizar* Etapas;
- **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Parcialmente Correta e Incorreta)**
 - * Sequência didática *é uma* Estratégia de ensino;
 - * Construção do conhecimento *que proporcionam* Aprendizagem significativa;
 - * Construção do conhecimento *que proporcionam* Desenvolvimento de habilidades e competências;
 - * Melhorias no Aprendizado *que proporcionam* Aprendizagem significativa;
 - * Melhorias no aprendizado *que proporcionam* Desenvolvimento de habilidades e competências;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Sequência didática *corresponde a* Conjunto de atividades articuladas;
 - * Conjunto de atividades articuladas *envolvendo* Conteúdo específico;
 - * Conjunto de atividades articuladas *envolvendo* Apropriação do conhecimento;
 - * Conjunto de atividades articuladas *envolvendo* Particularidade dos estudantes;
 - * Conjunto de atividades articuladas *com a intenção de* Atingir objetivos didáticos;
 - * Atingir objetivos didáticos *baseados em* Princípios didáticos;
 - * Princípios didáticos *sendo eles* Valorização dos conhecimentos prévios;
 - * Princípios didáticos *sendo eles* Ensino centrado na problematização;
 - * Sequência didática *segue um* Roteiro;
 - * Roteiro *considerando* Conhecimento prévio dos alunos;
 - * Roteiro *considerando* Nível de ensino;
 - * Roteiro *considerando* Autonomia da aprendizagem;
 - * Roteiro *considerando* Competências e habilidades dos alunos;
 - * Roteiro *sendo necessário* Realizar sondagem dos alunos;
 - * Realizar sondagem dos alunos *para* Organizar as atividades;
 - * Organizar as atividades *determinando* Tempo de duração;
 - * Organizar as atividades *determinando* Conteúdos;
 - * Organizar as atividades *determinando* Organização da turma;
 - * Organizar as atividades *determinando* Avaliação;
 - * Organizar as atividades *determinando* Métodos e técnicas de ensino;
 - * Organizar as atividades *determinando* Recursos didáticos;
 - * Avaliação *do* Processo pedagógico;

- * Avaliação *da* Aprendizagem;
- * Avaliação *sendo* Somativa;
- * Avaliação *sendo* Processual;
- * Avaliação *sendo* Formativa;
- * Avaliação *sendo* Diagnóstica;
- * Organizar as atividades *visando uma* Aprendizagem significativa;
- * Aprendizagem significativa *que depende da* Disposição do aprendiz para aprender;
- * Aprendizagem significativa *que depende da* Material potencialmente significativo;
- * Material potencialmente significativo *que tenham* Significado lógico;
- * Material potencialmente significativo *que tenham* Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz;
- * Subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz *sendo que* Ausência de subsunçor;
- * Ausência de subsunçor *ocasiona uma* Aprendizagem mecânica;
- * Materiais introdutórios *para causar* Organizadores prévios;
- * Organizadores prévios *visando* Alcançar objetivos de aprendizagem;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Princípios didáticos *sendo eles* Possibilidade de progressão;
 - * Organizar as atividades *determinando* Objetivos educacionais;
 - * Materiais introdutórios *para causar* Organizadores prévios;
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Correta - Processo de Construção)**
 - * Etapas *que visam* Construção de conhecimentos;
 - * Planejamento *de uma* Sequência lógica de atividades;
 - * Sequência lógica de atividades *visando* Construção do conhecimento;
 - * Sequência lógica de atividades *visando* Melhorias no Aprendizado;
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Etapas *que visam* Planejamento;
 - * Etapas *que visam* Execução;
 - * Execução *de uma* Sequência lógica de atividades;
- **Indício de Aprendizagem Significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa uma vez que atende ao item (v), critério 5: há proposições reconciliadas identificadas por meio do processo de construção.
 - **Critério 5: (Proposição Reconciliada Correta - Processo de Construção)**

- * Definir estratégias de ensino eficientes *que favorece o desenvolvimento de* Etapas;
- * Descobrir dificuldades do aprendiz *que favorece o desenvolvimento de* Etapas;

Apêndice

H

**ONTOLOGIA SOBRE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA
PERSPECTIVA AUSUBELIANA**

1. **Conceitos:** {sequência didática, pano de fundo, conjunto de atividades, cidadania, teoria de aprendizagem, aluno, escola, aprendizagem, ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, educação, ordenada, estruturada, articulada, geral, específico, desenvolvimento metodológico, preparação e introdução do tema, desenvolvimento e sistematização, aplicação, tarefas de casa, procedimento, método, planejamento, conteúdo, método de ensino, técnica de ensino, recurso didático, avaliação da aprendizagem, conceitual, procedimental, atitudinal, factual, ação do professor, forma de apresentar, formativa, diagnóstica, processual, entorno escolar, plano de ensino, plano da escola, projeto político-pedagógico, plano de aula, aprendizagem significativa de Ausubel, behaviorista de Skinner, sociointeracionista de Vygotsky, desenvolvimento cognitivo de Piaget}.
2. **Relações binárias:** {<sequência didática r_1 pano de fundo>, <sequência didática r_2 conjunto de atividades>, <sequência didática r_3 cidadania>, <sequência didática r_4 teoria de aprendizagem>, <pano de fundo r_5 aluno>, <pano de fundo r_6 escola>, <pano de fundo r_7 aprendizagem>, <pano de fundo r_8 ciência>, <pano de fundo r_9 tecnologia>, <pano de fundo r_{10} sociedade>, <pano de fundo r_{11} ambiente>, <pano de fundo r_{12} sociedade>, <pano de fundo r_{13} educação>, <conjunto de atividades r_{14} ordenada>, <conjunto de atividades r_{15} estruturada>, <conjunto de atividades r_{16} articulada>, <ordenada r_{17} objetivo educacional >, <estruturada r_{18} objetivo educacional>, <articulada r_{19} objetivo educacional>, <objetivo educacional r_{20} geral>, <objetivo educacional r_{21} específico>, <objetivo educacional r_{22} desenvolvimento metodológico>, <desenvolvimento metodológico r_{23} preparação e introdução do tema>, <preparação e introdução do tema r_{24} desenvolvimento e sistematização>, <desenvolvimento e sistematização r_{25} aplicação>, <aplicação r_{26} tarefas de casa>, <preparação e introdução do tema r_{27} procedimento>, <preparação e introdução do tema r_{28} método de ensino>, <preparação e introdução do tema r_{29} conteúdo>, <desenvolvimento e sistematização r_{30} procedimento>, <desenvolvimento e sistematização r_{31} método de ensino>, <desenvolvimento e sistematização r_{32} conteúdo>, <aplicação r_{33} procedimento>, <aplicação r_{34} método de ensino>, <aplicação r_{35} conteúdo>, <conjunto de atividades r_{36} planejamento>, <planejamento r_{37} objetivo educacional>, <planejamento r_{38} conteúdo>, <planejamento r_{39} método de ensino>, <planejamento r_{40} técnica de ensino>, <planejamento r_{41} recurso didático>, <planejamento r_{42} avaliação da aprendizagem>, <planejamento r_{43} avaliação do processo pedagógico>, <conteúdo r_{44} conceitual>, <conteúdo r_{45} procedimental>, <conteúdo r_{46} atitudinal>, <conteúdo r_{47} factual>, <técnica de ensino r_{48} ação do professor>, <técnica de ensino r_{49} forma de apresentar>, <avaliação da aprendizagem r_{50} formativa>, <avaliação da aprendizagem r_{51} diagnóstica>, <avaliação da aprendizagem r_{52} processual>, <avaliação da aprendizagem r_{53} somativa>, <planejamento r_{54} aluno>, <planejamento r_{55} escola>, <planejamento r_{56} entorno escolar>, <escola r_{57} plano de ensino>, <escola r_{58} plano da escola>, <escola r_{59} projeto político-pedagógico>, <plano de ensino r_{60} plano de aula>, <teoria de aprendizagem r_{62} behaviorista de Skinner>, <teoria de aprendizagem r_{63} sociointeracionista de Vygotsky>, <teoria de aprendizagem r_{64} desenvolvimento cognitivo de Piaget>, <preparação e introdução do tema r_{65} recursos didáticos>, <preparação e introdução do tema r_{66} avaliação da aprendizagem>, <preparação e introdução do tema r_{67} avaliação do processo pedagógico>, <preparação e introdução do tema r_{68} tarefas de casa>, <desenvolvimento e sistematização r_{69} recursos didáticos>, <desenvolvimento e sistematização r_{70} avaliação da aprendizagem>, <desenvolvimento e sistematização r_{71} avaliação do processo pedagógico>, <desenvolvimento e sistematização r_{72} tarefas de casa>, <aplicação r_{73} recursos didáticos>, <aplicação r_{74} avaliação da aprendizagem>, <aplicação r_{75} avaliação do processo pedagógico>, <aplicação r_{76} tarefas de casa>, <pano de fundo r_{77} plano de aula>, <teoria de aprendizagem r_{78} plano de aula>, <projeto político-pedagógico r_{79} plano da escola>, <plano da escola r_{80} plano da ensino>, <plano de aula r_{81} avaliação do processo pedagógico>, <plano de aula r_{82} avaliação da aprendizagem>, <plano de aula r_{83} objetivo educacional>, <plano de aula r_{84} método de ensino>, <plano de aula r_{85} técnica de ensino>, <plano de aula r_{86} recurso didático>, <plano de aula r_{87} conteúdo> }.

3. Semântica das relações: $r_1, r_{81}, \dots, r_{87}$: {possui}, r_2 : {definido como}, r_3 : {formação para}, $r_4, r_{57}, r_{58}, r_{59}$: {regida por}, $r_5, r_6, r_7, r_8, r_9, r_{10}, r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{37}, r_{38}, r_{39}, r_{40}, r_{41}, r_{42}, r_{43}, r_{55}, r_{56}$: {composto por, deve considerar}, r_{14}, r_{15}, r_{16} : {deve ser}, r_{17}, r_{18}, r_{19} : {alcançar}, $r_{20}, r_{21}, r_{44}, r_{45}, r_{46}, r_{47}$: {divide-se em, divido em}, r_{22} : {alcançado pelo}, r_{23} : {tem início}, r_{24}, r_{25} : {segue para}, r_{26} : {termina em}, $r_{27}, r_{28}, r_{29}, r_{30}, r_{31}, r_{32}, r_{33}, r_{34}, r_{35}, r_{65}, \dots, r_{76}$: {deve indicar}, r_{36} : {segue um}, r_{48}, r_{49} : {ocorre pela}, $r_{50}, r_{51}, r_{52}, r_{53}$: {pode ser}, r_{54} : {parametrizado por}, r_{60} : {detalhado pelo}, $r_{61}, r_{62}, r_{63}, r_{64}$: {por exemplo}, r_{77} : {impacta}, r_{78} : {subsídia}, r_{79}, r_{80} : {rege}.

ESTUDO DE CASO 1 - MAPA COM OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E RECÉM ADQUIRIDOS DOS APRENDIZES 1, 2, 3 E 4

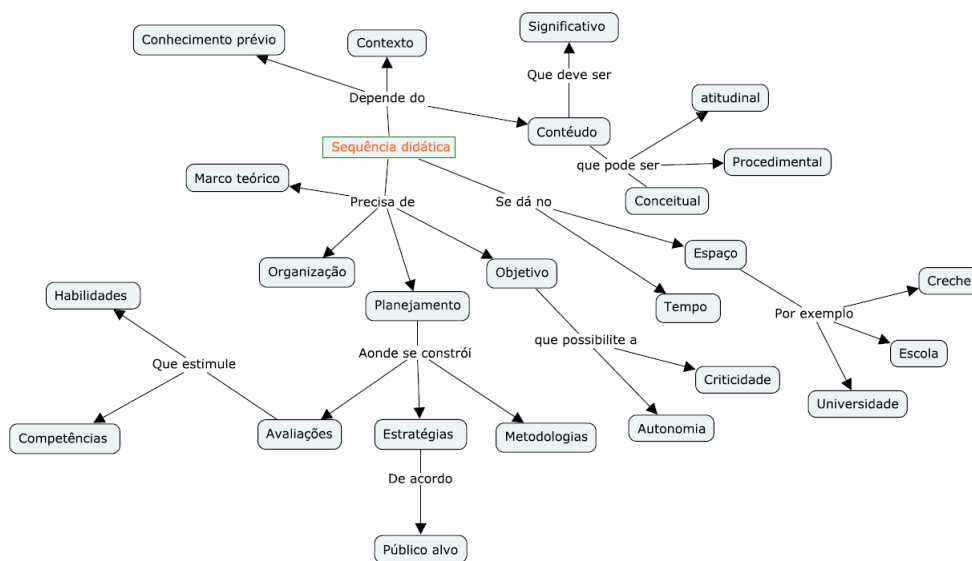
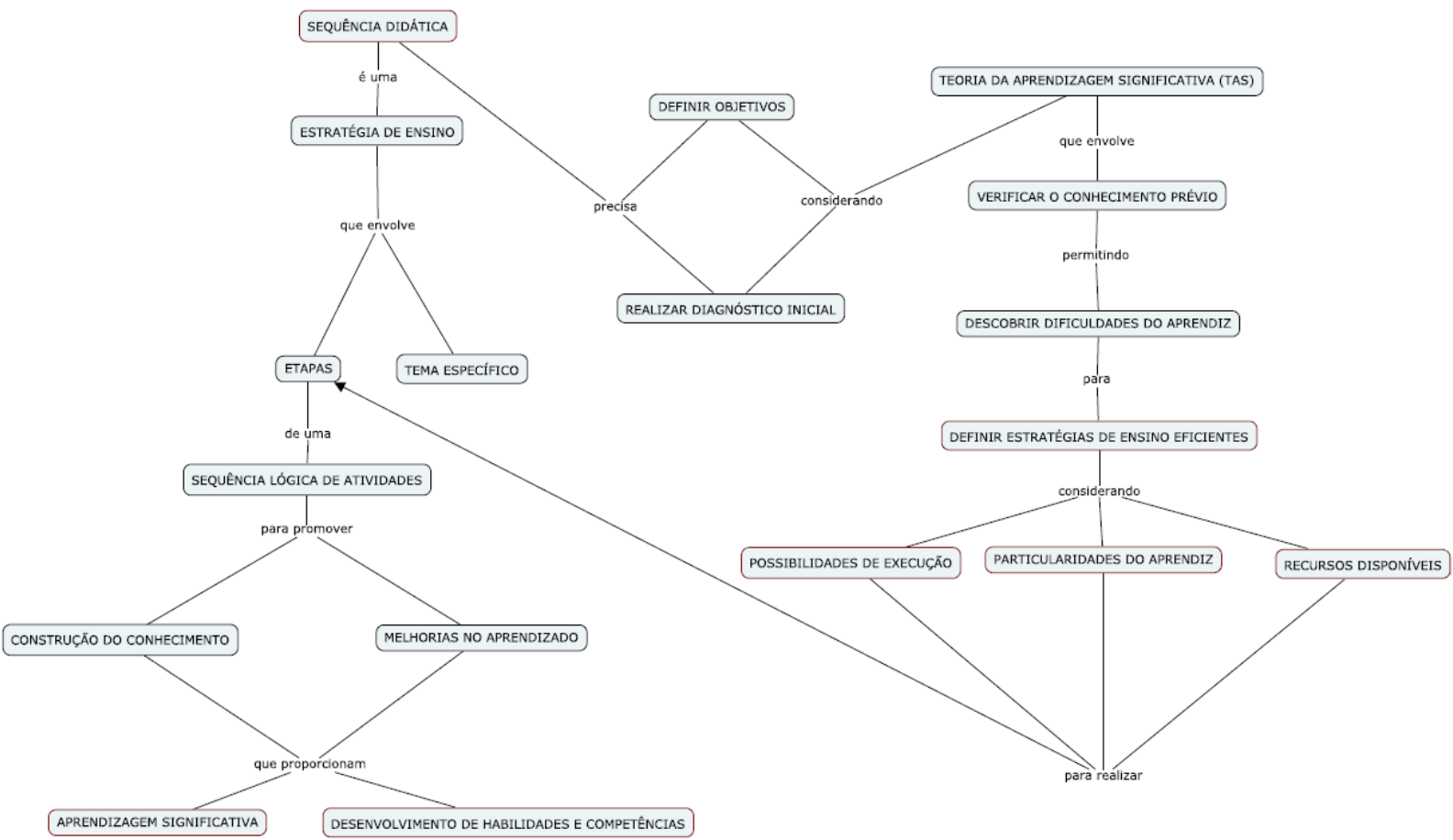
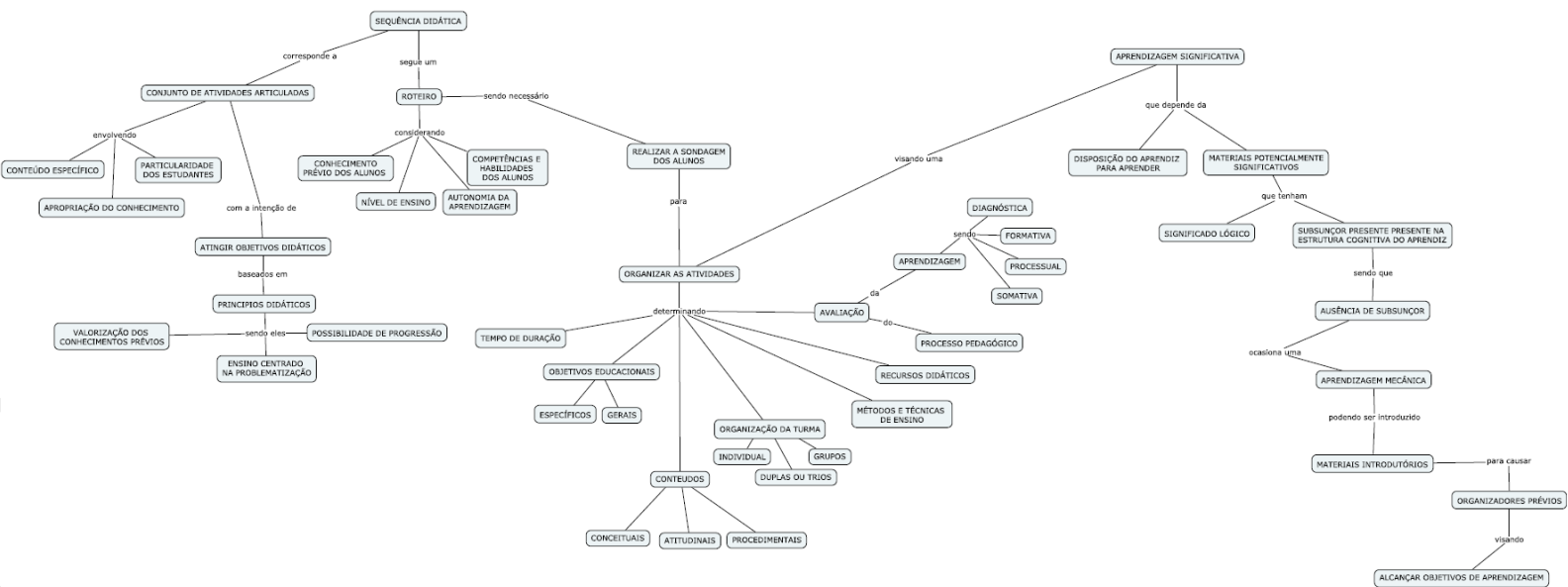


Figura I.1 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 1.





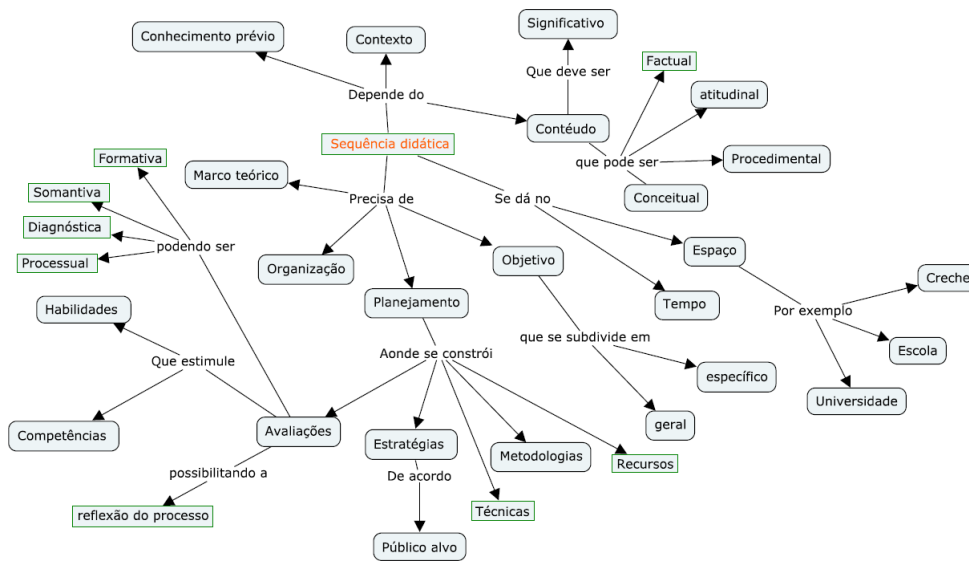


Figura I.2 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 1.

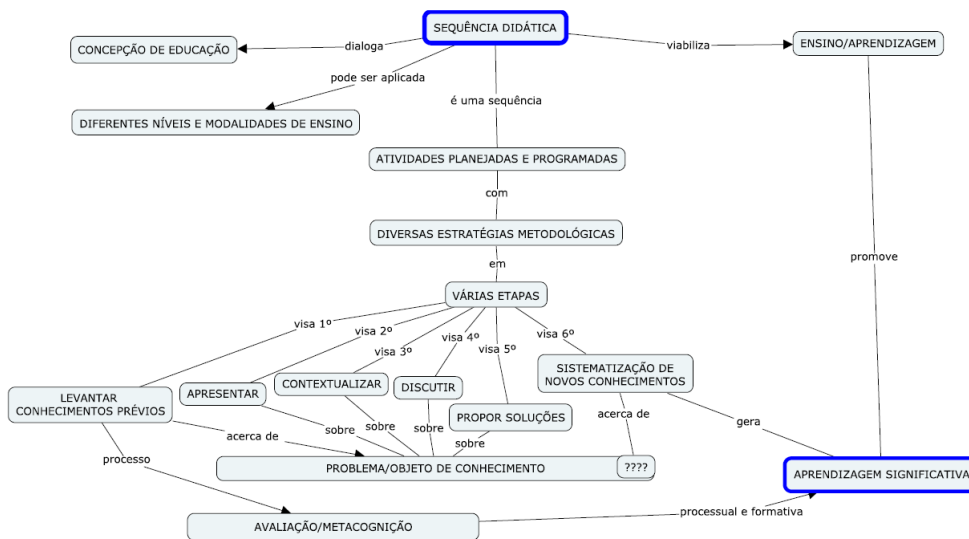


Figura I.3 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

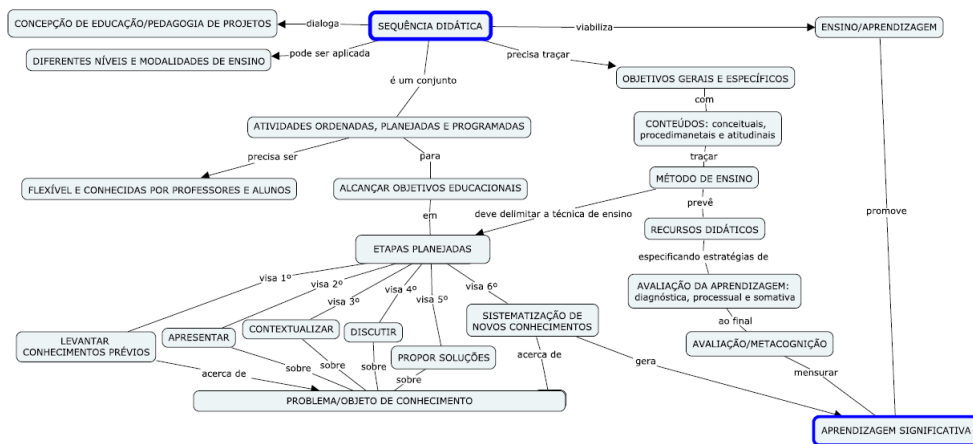


Figura I.4 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

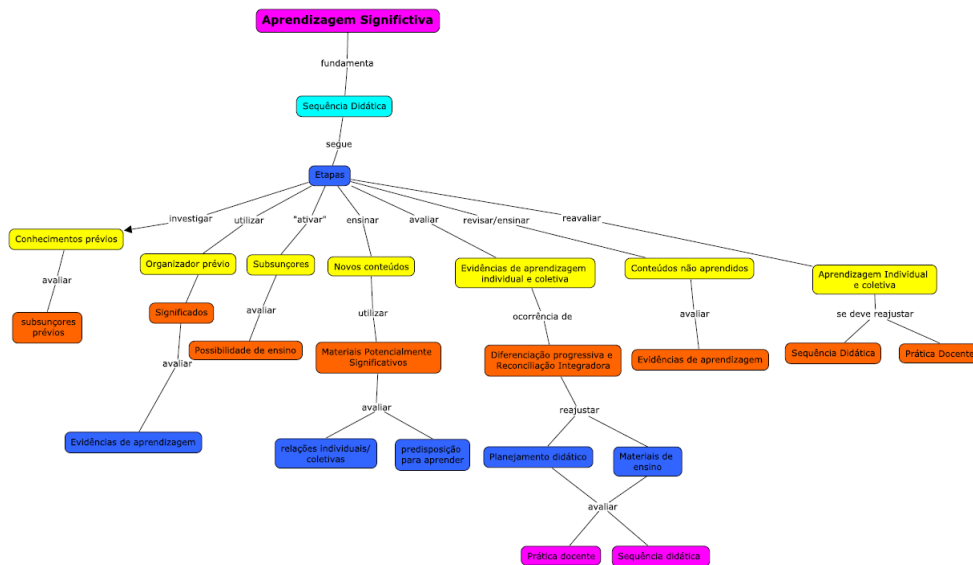


Figura I.5 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

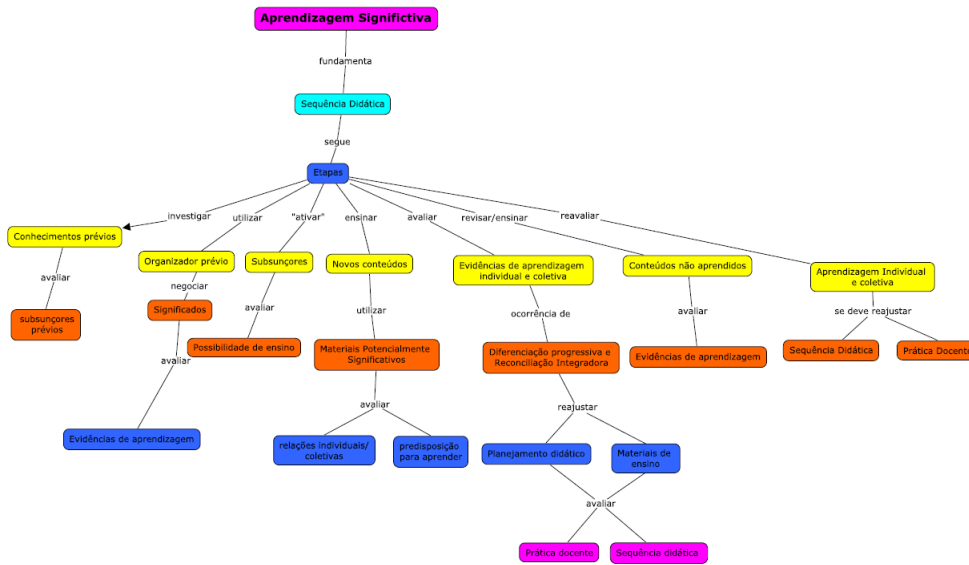


Figura I.6 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

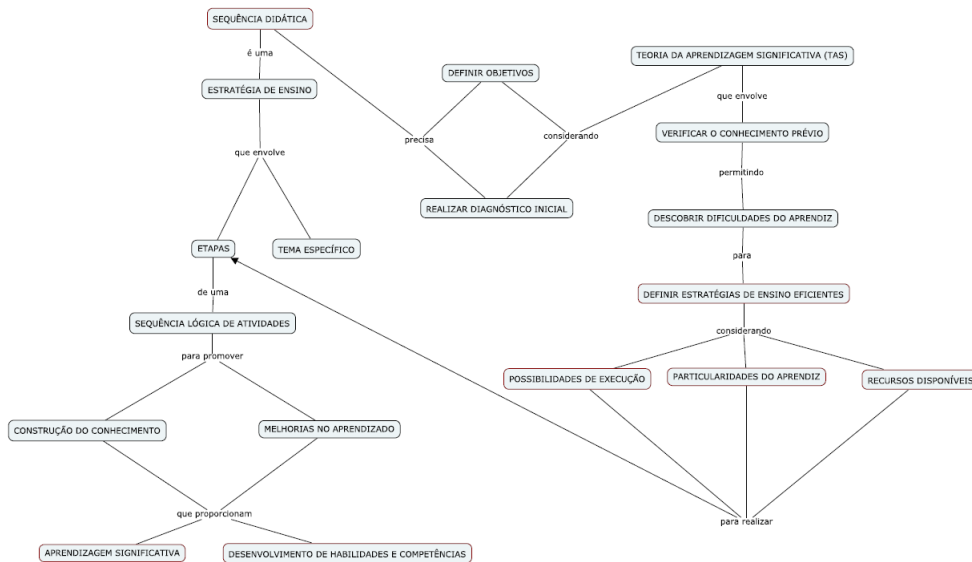


Figura I.7 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.

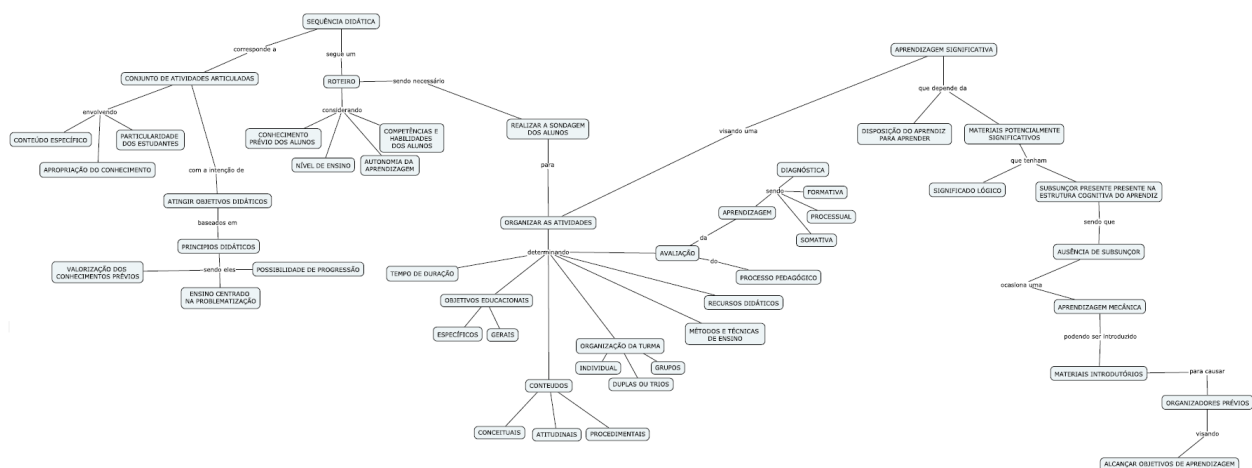


Figura I.8 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.

ESTUDO DE CASO 2 - LEVANTAMENTO DOS DADOS DOS APRENDIZES 1, 2, 3 E 5

J.0.1 Aprendiz 1

A Figura J.1 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 1 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. A figura também mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos, após a aplicação da aula sobre seqüência didática contextualizada com o trânsito pelo professor instrutor. Neste caso, o aluno apresentou o mesmo mapa antes e após a aula. O mapa final com os conhecimentos prévios e recém adquiridos construído pelo Aprendiz 1 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.

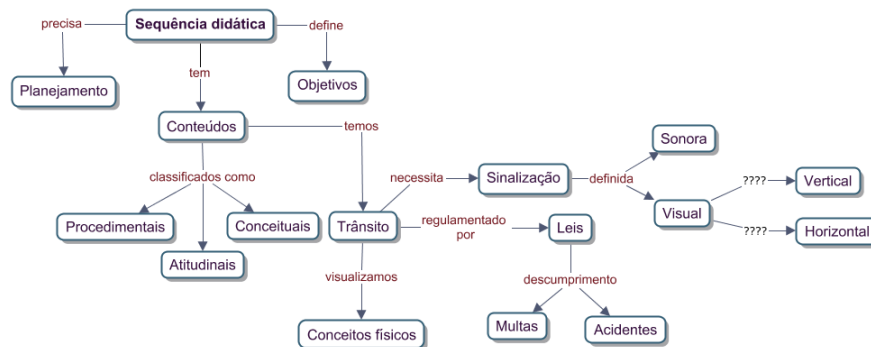


Figura J.1 Mapa conceitual do Aprendiz 1 com os conhecimentos prévios e recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

J.0.1.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela J.1:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.1).
- **Tabela J.2:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.1.
- **Tabela J.3:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.2.
- **Tabela J.4:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Tabela J.1: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.1).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Conteúdos <i>classificados como</i> Procedimentais; - Conteúdos <i>classificados como</i> Atitudinais; - Conteúdos <i>classificados como</i> Conceituais;
Proposição ramificada inexistente	- Sequência didática <i>precisa</i> Planejamento; - Sequência didática <i>define</i> Objetivos; - Sequência didática <i>tem</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>temos</i> Trânsito; - Trânsito <i>visualizamos</i> Conceitos físicos; - Trânsito <i>regulamentado por</i> Leis; - Trânsito <i>necessita</i> Sinalização; - Leis <i>descumprimento</i> Multas; - Leis <i>descumprimento</i> Acidentes; - Sinalização <i>definida</i> Sonora; - Sinalização <i>definida</i> Visual;
Proposição incompleta	- Visual ??? Vertical; - Visual ??? Horizontal;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.1 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura J.2.

Tabela J.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.1.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Conteúdos <i>classificados como</i> Procedimentais; - Conteúdos <i>classificados como</i> Atitudinais; - Conteúdos <i>classificados como</i> Conceituais; - Sequência didática <i>precisa</i> Planejamento;

continua na próxima página

Tabela J.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.1. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Sequência didática <i>tem</i> Conteúdos; - Conteúdos <i>temos</i> Trânsito; - Trânsito <i>visualizamos</i> Conceitos físicos; - Trânsito <i>regulamentado</i> por Leis; - Trânsito <i>necessita</i> Sinalização; - Leis <i>descumprimento</i> Multas; - Leis <i>descumprimento</i> Acidentes; - Sinalização <i>definida</i> Sonora; - Sinalização <i>definida</i> Visual;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Sequência didática <i>define</i> Objetivos;
Proposição incompleta	- Visual ??? Vertical; - Visual ??? Horizontal;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.3.

Tabela J.3: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.2.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Sequência didática <i>define</i> Objetivos;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>possui</i> Objetivos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

J.0.1.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos. Apresentamos na Tabela J.4 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Tabela J.4: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios e recém adquiridos (Figura J.1)	Proposição ramificada correta	PRaC	13
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	00
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	01
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00

continua na próxima página

Tabela J.4: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 1. (continuação)

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
		PRaI	00
		PCruI	00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a avaliação quantitativa será necessário calcular a quantidade de proposições ramificadas e a quantidade de proposições cruzadas no mapa do especialista, assim, temos:

- **PRaE** - 115 proposições ramificadas;
- **PCruE** - 37 proposições cruzadas.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{13 + 00}{115 + 37} \times 100 = \frac{13}{152} \times 100 = 8,5\% \quad (\text{J.1})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.2})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{00 + 00}{14 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.3})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.4})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{01 + 00}{14 + 00} \times 100 = 7,1\% \quad (\text{J.5})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.6})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{14 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.7})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.8})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 00}{14 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.9})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{J.10})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (0,0 + 7,1 + 0,0 + 0,0) = 7,1\% \quad (\text{J.11})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.12})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{13 + 00}{14 + 00} \times 100 = 92,8\% \quad (\text{J.13})$$

J.0.1.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 = & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right) \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= (13 * 2 + 0 * 8) + (00 * 1,5 + 00 * 3,0) + (01 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\
 &= (26) + (01) \\
 &= 27
 \end{aligned}$$

J.0.1.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios e Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$\text{Nota} = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (\text{J.14})$$

substituindo temos:

$$\text{Nota} = \frac{(27 * 10)}{(14 * 2)} = \frac{270}{28} = 9,6$$

J.0.1.5 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

- **Sem aprendizagem:** Uma vez que, não houve alteração entre o mapa com os conhecimentos prévios e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos atendendo, assim, ao critério do nosso modelo

J.0.2 Aprendiz 2

A Figura J.2 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 2 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.



Figura J.2 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura J.3 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 2. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sobre

sequência didática contextualizada com o trânsito pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.

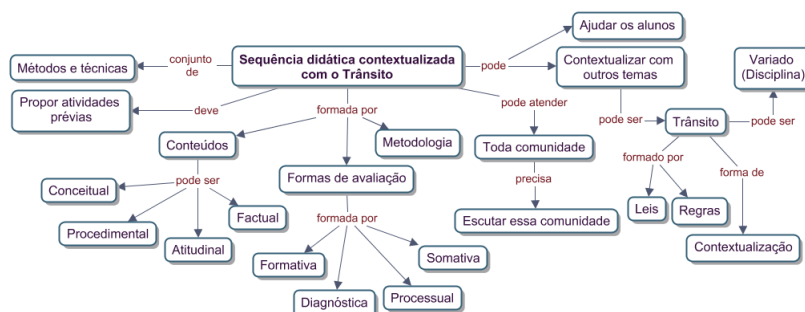


Figura J.3 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

J.0.2.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela J.5:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2).
- **Tabela J.6:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.5.
- **Tabela J.7:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.6.
- **Tabela J.8:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).
- **Tabela J.9:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.8.
- **Tabela J.10:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.9.
- **Tabela J.11:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.2) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).
- **Tabela J.12:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Tabela J.5: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.2).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Trânsito <i>formado por</i> Leis;
Proposição ramificada inexistente	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve</i> Propor atividades prévias; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Conteúdos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Metodologia; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Formas de avaliação; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Métodos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade; - Toda comunidade <i>precisa</i> Escutar essa comunidade; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Ajudar os alunos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Trânsito; - Trânsito <i>pode ser</i> Variado (Disciplina); - Trânsito <i>forma de</i> Contextualização; - Trânsito <i>formado por</i> Regras;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.5 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura J.6.

Tabela J.6: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.5.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Conteúdos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Metodologia; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Formas de avaliação; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Métodos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Ajudar os alunos;

continua na próxima página

Tabela J.6: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.5. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Trânsito <i>formado por</i> Regras; - Trânsito <i>formado por</i> Leis;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve</i> Propor atividades prévias; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade; - Toda comunidade <i>precisa</i> Escutar essa comunidade; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Trânsito; - Trânsito <i>pode ser</i> Variado (Disciplina); - Trânsito <i>forma de</i> Contextualização;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.7.

Tabela J.7: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.6.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>possui</i> Métodos e técnicas;
- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve</i> Propor atividades prévias;	PRaPC ₁	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve</i> Propor atividades;
- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade;	PRaPC ₁	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda sala de aula;
- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas;	PRaPC ₁	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Relacionar com outros temas;
- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Trânsito;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>relaciona-se com</i> Trânsito;
- Trânsito <i>forma de</i> Contextualização;	PRaPC ₂	- Trânsito <i>possibilita</i> Contextualização;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.8: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Conteúdos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Metodologia; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Formas de avaliação; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Ajudar os alunos; - Trânsito <i>formado por</i> Leis; - Trânsito <i>formado por</i> Regras; - Conteúdos <i>pode ser</i> Conceitual; - Conteúdos <i>pode ser</i> Procedimental; - Conteúdos <i>pode ser</i> Atitudinal; - Conteúdos <i>pode ser</i> Factual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Formativa; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Diagnóstica; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Processual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Somativa;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve Propor</i> atividades prévias; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade; - Toda comunidade <i>precisa Escutar</i> essa comunidade; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas; - Trânsito <i>pode ser</i> Variado (Disciplina); - Trânsito <i>forma de</i> Contextualização;
Proposição ramificada inexistente	- Contextualizar com outros temas <i>pode ser</i> Trânsito;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.9 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela J.8.

Tabela J.9: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.8.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Conteúdos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Metodologia; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Formas de avaliação; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Ajudar os alunos;

continua na próxima página

Tabela J.9: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.8. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Trânsito <i>formado por</i> Leis; - Trânsito <i>formado por</i> Regras; - Conteúdos <i>pode ser</i> Conceitual; - Conteúdos <i>pode ser</i> Procedimental; - Conteúdos <i>pode ser</i> Atitudinal; - Conteúdos <i>pode ser</i> Factual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Formativa; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Diagnóstica; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Processual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Somativa;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve Propor</i> atividades prévias; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade; - Toda comunidade <i>precisa</i> Escutar essa comunidade; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas; - Trânsito <i>pode ser</i> Variado (Disciplina); - Trânsito <i>forma de</i> Contextualização; - Contextualizar com outros temas <i>pode ser</i> Trânsito;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.10.

Tabela J.10: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.9.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Contextualizar com outros temas <i>pode ser</i> Trânsito;	PRaPC ₃	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>relaciona-se</i> com Trânsito;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.11: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.2) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos <i>pode ser</i> Conceitual; - Conteúdos <i>pode ser</i> Procedimental; - Conteúdos <i>pode ser</i> Atitudinal;

continua na próxima página

Tabela J.11: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.2) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos <i>pode ser</i> Factual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Formativa; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Diagnóstica; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Processual; - Formas de avaliação <i>formada por</i> Somativa;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3)	- Contextualizar com outros temas <i>pode ser</i> Trânsito;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura J.2)	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Métodos;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura J.2)	- Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Trânsito;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Ajudar os alunos; - Trânsito <i>formado por</i> Leis; - Trânsito <i>formado por</i> Regras;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>conjunto de</i> Métodos e técnicas; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>deve</i> Propor atividades prévias; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Conteúdos; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Metodologia; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>formada por</i> Formas de avaliação; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode atender</i> Toda comunidade; - Toda comunidade <i>precisa</i> Escutar essa comunidade; - Sequência didática contextualizada com o Trânsito <i>pode</i> Contextualizar com outros temas; - Trânsito <i>pode ser</i> Variado (Disciplina); - Trânsito <i>forma de</i> Contextualização;

Fonte: Elaborado pelo autor.

J.0.2.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios. Apresentamos na Tabela J.12 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Tabela J.12: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 2.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura J.2)	Proposição ramificada correta	PRaC	07
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	03
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	03
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	02
		PCruI	00
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura J.3)	Proposição ramificada correta	PRaC	14
	Proposição reconciliada correta	PCruC	00
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	03
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	01
		PCruPC ₃	00
		PRaI	02
		PCruI	00

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{07 + 00}{115 + 37} \times 100 = \frac{07}{152} \times 100 = 4,6\% \quad (\text{J.15})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.16})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{03 + 00}{15 + 00} \times 100 = 20,0\% \quad (\text{J.17})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.18})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{03 + 00}{15 + 00} \times 100 = 20,0\% \quad (\text{J.19})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.20})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{15 + 00} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.21})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.22})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{02 + 00}{15 + 00} \times 100 = 13,3\% \quad (\text{J.23})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{J.24})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (20,0 + 20,0 + 0,0 + 13,3) = 53,3\% \quad (\text{J.25})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.26})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{07 + 00}{15 + 00} \times 100 = 46,6\% \quad (\text{J.27})$$

J.0.2.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned}
 P_1 = & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right)
 \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
 P_1 = & (07 * 2 + 00 * 8) + (03 * 1,5 + 00 * 3,0) + (03 * 1,0 + 01 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\
 & = (14) + (4,5) + (3) \\
 & = 21,5
 \end{aligned}$$

J.0.2.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (J.28)$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(21,5 * 10)}{(15 * 2)} = \frac{215}{30} = 7,1$$

J.0.2.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{14 + 00}{115 + 37} \times 100 = \frac{14}{152} \times 100 = 9,2\% \quad (J.29)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{03 + 00}{22 + 00} \times 100 = 13,6\% \quad (J.30)$$

$$S_3 = \frac{02 + 00}{22 + 00} \times 100 = 9,0\% \quad (J.31)$$

$$S_4 = \frac{01 + 00}{22 + 00} \times 100 = 4,5\% \quad (\text{J.32})$$

$$S_5 = \frac{02 + 00}{22 + 00} \times 100 = 9,0\% \quad (\text{J.33})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (13,6 + 9,0 + 4,5 + 9,0) = 36,1\% \quad (\text{J.34})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{14 + 00}{22 + 00} \times 100 = 63,7\% \quad (\text{J.35})$$

J.0.2.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (14 * 02 + 00 * 08) + (03 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 00 * 2,0) + (01 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (28) + (4,5) + (2) + (0,5) \\ &= 35,0 \end{aligned}$$

J.0.2.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(35 * 10)}{(22 * 2)} = \frac{350}{44} = 8,0$$

J.0.2.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir da análise do mapa com os conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos, apresentamos nesta seção se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos.

– **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida)**

- * Sequência didática contextualizada com o Trânsito *formada por* Métodos;
- * Sequência didática contextualizada com o Trânsito *pode* Trânsito;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Conteúdos *pode ser* Conceitual;
 - * Conteúdos *pode ser* Procedimental;
 - * Conteúdos *pode ser* Atitudinal;
 - * Conteúdos *pode ser* Factual;
 - * Formas de avaliação *formada por* Formativa;
 - * Formas de avaliação *formada por* Diagnóstica;
 - * Formas de avaliação *formada por* Processual;
 - * Formas de avaliação *formada por* Somativa;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Contextualizar com outros temas *pode ser* Trânsito;
- **Indício de Aprendizagem Significativa:** No entanto, não há indício de aprendizagem significativa, pois não atende a nenhum dos critérios para indícios da aprendizagem significativa do nosso modelo.

J.0.3 Aprendiz 3

A Figura J.4 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 3 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 3 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.

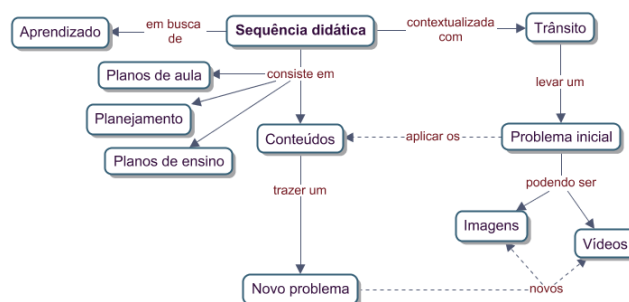


Figura J.4 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura J.5 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 3. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequência didática contextualizada com o trânsito pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 3 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.



Figura J.5 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

J.0.3.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela J.13:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.4).
- **Tabela J.14:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.13.
- **Tabela J.15:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.14.
- **Tabela J.16:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).
- **Tabela J.17:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.16.
- **Tabela J.18:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.17.
- **Tabela J.19:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.4) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).
- **Tabela J.20:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Tabela J.13: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.4).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>em busca de</i> Aprendizado; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de aula; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planejamento; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Conteúdos; - Sequência didática <i>contextualizada com</i> Trânsito; - Trânsito <i>levar um</i> Problema inicial; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos; - Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Problema inicial <i>aplicar os</i> Conteúdos; - Novo problema <i>novos</i> Imagens; - Novo problema <i>novos</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.13 apresenta proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura J.14.

Tabela J.14: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.13.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>em busca de</i> Aprendizado; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de aula; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planejamento; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Conteúdos; - Sequência didática <i>contextualizada com</i> Trânsito; - Trânsito <i>levar um</i> Problema inicial;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos; - Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Problema inicial <i>aplicar os</i> Conteúdos;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Novo problema <i>novos</i> Imagens; - Novo problema <i>novos</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.15.

Tabela J.15: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.14.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens;	PRaPC ₂	- Problema inicial <i>a partir de</i> Imagens;
- Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos;	PRaPC ₂	- Problema inicial <i>a partir de</i> Vídeos;
- Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema;	PRaPC ₁	- Sequência didática <i>trazer um</i> Novo problema;
- Novo problema <i>novos</i> Imagens;	PCruPC ₂	- Novo problema <i>a partir de</i> Imagens;
- Novo problema <i>novos</i> Vídeos;	PCruPC ₂	- Novo problema <i>a partir de</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.16: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática <i>em busca de</i> Aprendizado; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de aula; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planejamento; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Conteúdos; - Sequência didática <i>contextualizada com</i> Trânsito; - Trânsito <i>levar um</i> Problema inicial;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos; - Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema;
Proposição ramificada inexistente	- Sequência didática <i>consiste em</i> Objetivos educacionais; - Sequência didática <i>consiste em</i> Métodos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Recursos didáticos; - Trânsito <i>desenvolver</i> Habilidades; - Habilidades <i>resolver</i> Problemas do cotidiano; - Habilidades <i>de</i> Compreender o mundo;
Proposição reconciliada correta	- Problema inicial <i>aplicar os</i> Conteúdos;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Novo problema <i>novos</i> Imagens; - Novo problema <i>novos</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.17 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistente* da Tabela J.16.

Tabela J.17: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.16.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática <i>em busca de</i> Aprendizado; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de aula;

continua na próxima página

Tabela J.17: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.16. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>consiste em</i> Planejamento; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Conteúdos; - Sequência didática <i>contextualizada com</i> Trânsito; - Sequência didática <i>consiste em</i> Objetivos educacionais; - Sequência didática <i>consiste em</i> Métodos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Recursos didáticos; - Trânsito <i>levar um</i> Problema inicial; - Trânsito <i>desenvolver</i> Habilidades; - Habilidades <i>resolver</i> Problemas do cotidiano;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos; - Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema; - Habilidades <i>de</i> Compreender o mundo;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Problema inicial <i>aplicar os</i> Conteúdos;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Novo problema <i>novos</i> Imagens; - Novo problema <i>novos</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela G.13.

Tabela J.18: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela J.17.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Habilidades <i>de</i> Compreender o mundo;	PRaPC ₃	- Habilidades <i>de compreender</i> O mundo;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.19: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.4) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>consiste em</i> Métodos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Recursos didáticos; - Sequência didática <i>consiste em</i> Objetivos educacionais; - Trânsito <i>desenvolver</i> Habilidades; - Habilidades <i>resolver</i> Problemas do cotidiano;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidades <i>de</i> Compreender o mundo;

continua na próxima página

Tabela J.19: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.4) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>em busca de</i> Aprendizado; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de aula; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planejamento; - Sequência didática <i>consiste em</i> Planos de ensino; - Sequência didática <i>consiste em</i> Conteúdos; - Sequência didática <i>contextualizada com</i> Trânsito; - Trânsito <i>levar um</i> Problema inicial; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Imagens; - Problema inicial <i>podendo ser</i> Vídeos;
Proposição correta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	- Problema inicial <i>aplicar os</i> Conteúdos;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	- Conteúdos <i>trazer um</i> Novo problema;
Proposição parcialmente correta e incorreta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Novo problema <i>novos</i> Imagens; - Novo problema <i>novos</i> Vídeos;

Fonte: Elaborado pelo autor.

J.0.3.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios. Apresentamos na Tabela J.20 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Tabela J.20: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
Mapa com conhecimentos prévios (Figura J.4)	Proposição ramificada correta	PRaC	07
	Proposição reconciliada correta	PCruC	01
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	02
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
		PCruI	00
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)	Proposição ramificada correta	PRaC	13
	Proposição reconciliada correta	PCruC	01

Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura J.5)

continua na próxima página

Tabela J.20: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 3. (continuação)

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	01
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	02
		PCruPC ₂	02
		PRaPC ₃	01
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
		PCruI	00

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{07 + 01}{115 + 37} \times 100 = \frac{08}{152} \times 100 = 5,3\% \quad (\text{J.36})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.37})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{01 + 00}{10 + 03} \times 100 = 7,7\% \quad (\text{J.38})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.39})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{02 + 02}{10 + 03} \times 100 = 30,8\% \quad (\text{J.40})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.41})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{10 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.42})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.43})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 00}{10 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.44})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{J.45})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (7,7 + 30,8 + 0,0 + 0,0) = 38,5\% \quad (\text{J.46})$$

S_7 , obtém-se a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.47})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{07 + 01}{10 + 03} \times 100 = 61,5\% \quad (\text{J.48})$$

J.0.3.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 = & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\ & \left(\sum_{k=1,\dots,n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1,\dots,n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right) \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= (07 * 2 + 1 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 02 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\
 &= (22) + (1,5) + (4) \\
 &= 27,5
 \end{aligned}$$

J.0.3.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$\text{Nota} = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (\text{J.49})$$

substituindo temos:

$$\text{Nota} = \frac{(27,5 * 10)}{(10 * 2) + (3 * 8)} = \frac{275}{44} = 6,3$$

J.0.3.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{13 + 01}{115 + 37} \times 100 = \frac{14}{152} \times 100 = 9,2\% \quad (\text{J.50})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{01 + 00}{17 + 03} \times 100 = 5,0\% \quad (\text{J.51})$$

$$S_3 = \frac{02 + 02}{17 + 03} \times 100 = 20,0\% \quad (\text{J.52})$$

$$S_4 = \frac{01 + 00}{17 + 03} \times 100 = 5,0\% \quad (\text{J.53})$$

$$S_5 = \frac{00 + 00}{17 + 03} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.54})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (5,0 + 20,0 + 5,0 + 0,0) = 30,0\% \quad (\text{J.55})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{13 + 01}{17 + 03} \times 100 = 70,0\% \quad (\text{J.56})$$

J.0.3.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (13 * 2 + 01 * 8) + (01 * 1,5 + 00 * 3,0) + (02 * 1,0 + 02 * 2,0) + (01 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (34) + (1,5) + (4) + (0,5) \\ &= 40,0 \end{aligned}$$

J.0.3.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(40 * 10)}{(17 * 2 + (3 * 8))} = \frac{400}{58} = 6,9$$

J.0.3.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir da análise do mapa com os conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos, apresentamos nesta seção se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (ii), critério 2: Há adição de novos conceitos, porém conceitos do primeiro para o segundo mapa não são removidos nem há adição de novas relações entre conceitos.

– **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**

- * Sequência didática *consiste em* Métodos de ensino;
- * Sequência didática *consiste em* Técnicas de ensino;
- * Sequência didática *consiste em* Recursos didáticos;
- * Sequência didática *consiste em* Objetivos educacionais;
- * Trânsito *desenvolver* Habilidades;
- * Habilidades *resolver* Problemas do cotidiano;

– **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**

- * Habilidades *de* Compreender o mundo;

- **Indício de Aprendizagem Significativa:** No entanto, não há indício de aprendizagem significativa, pois não atende a nenhum dos critérios para indícios da aprendizagem significativa do nosso modelo.

J.0.4 Aprendiz 5

A Figura J.6 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 5 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 5 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.



Figura J.6 Mapa conceitual do Aprendiz 5 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura J.7 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 5. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre sequência didática contextualizada com o trânsito pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 5 encontra-se no **Apêndice L** deste texto.

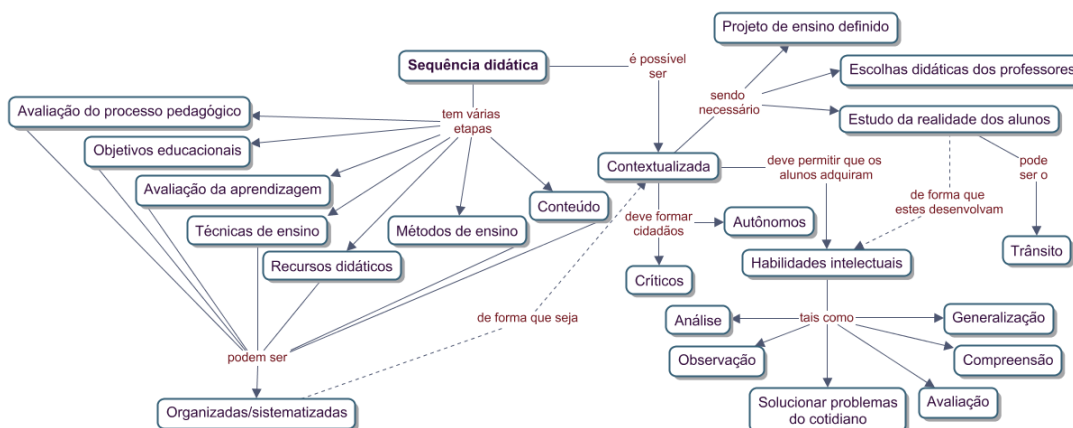


Figura J.7 Mapa conceitual do Aprendiz 5 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

J.0.4.1 Levantamento dos Dados. Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela J.21:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.6).
- **Tabela J.22:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.21.
- **Tabela J.23:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.22.
- **Tabela J.24:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).
- **Tabela J.25:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela J.24.
- **Tabela J.26:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela J.25.
- **Tabela J.27:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).
- **Tabela J.28:** Apresenta os dados com a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 5.

Tabela J.21: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.6).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejamento; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Atividades; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejar aulas; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Sondagem; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Avaliação; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>formar</i> Cidadão crítico; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>analisar o</i> Cotidiano; - Cotidiano <i>estudar</i> Acidentes; - Cotidiano <i>estudar</i> Placas de sinalização; - Cotidiano <i>estudar</i> Leis; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Propor soluções; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Compreender o cotidiano;

continua na próxima página

Tabela J.21: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura J.6). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Atividades <i>tais como</i> Pesquisa; - Atividades <i>tais como</i> Trabalho em grupo; - Atividades <i>tais como</i> Leitura de texto;
Proposição reconciliada inexistente	- Atividades <i>formar</i> Cidadão crítico;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.21 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Figura J.22.

Tabela J.22: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.21.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>formar</i> Cidadão crítico; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>analisar o</i> Cotidiano; - Cotidiano <i>estudar</i> Acidentes; - Cotidiano <i>estudar</i> Placas de sinalização; - Cotidiano <i>estudar</i> Leis; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Propor soluções; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Compreender o cotidiano; - Atividades <i>tais como</i> Pesquisa; - Atividades <i>tais como</i> Trabalho em grupo; - Atividades <i>tais como</i> Leitura de texto;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejamento; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Atividades; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejar aulas; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Sondagem; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Avaliação;
Proposição reconciliada correta	- Atividades <i>formar</i> Cidadão crítico;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.23.

Tabela J.23: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.22.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejamento;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem</i> Planejamento;
- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Atividades;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem</i> Atividades;
- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Planejar aulas;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem</i> Planejar aulas;
- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Sondagem;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem</i> Sondagem;
- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem várias etapas</i> Avaliação;	PRaPC ₂	- Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>tem</i> Avaliação;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.24: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação do processo pedagógico; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Objetivos educacionais; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação da aprendizagem; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Recursos didáticos; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Métodos de ensino; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Conteúdo; - Sequência didática <i>é possível ser</i> Contextualizada; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Projeto de ensino definido; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Escolhas didáticas dos professores; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Estudo da realidade dos alunos; - Contextualizada <i>deve formar</i> cidadãos Críticos; - Contextualizada <i>deve formar</i> cidadãos Autônomos; - Contextualizada <i>deve permitir que os alunos adquiram</i> Habilidades intelectuais; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Análise; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Observação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Solucionar problemas do cotidiano; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Avaliação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Compreensão; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Generalização; - Estudo da realidade dos alunos <i>pode ser o</i> Trânsito; - Avaliação do processo pedagógico <i>podem ser</i> Organizadas/sistemizadas;

continua na próxima página

Tabela J.24: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.5) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos educacionais <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Avaliação da aprendizagem <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Técnicas de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Recursos didáticos <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Métodos de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Conteúdo <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Organizadas/sistematizadas <i>de forma que seja</i> Contextualizada; - Estudo da realidade dos alunos <i>de forma que estes desenvolvam</i> Habilidades intelectuais;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela J.25 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistentes* da Tabela J.24.

Tabela J.25: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.24.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é possível ser</i> Contextualizada; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Projeto de ensino definido; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Escolhas didáticas dos professores; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Estudo da realidade dos alunos; - Contextualizada <i>deve formar cidadãos</i> Críticos; - Contextualizada <i>deve formar cidadãos</i> Autônomos; - Contextualizada <i>deve permitir que os alunos adquiram</i> Habilidades intelectuais; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Análise; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Observação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Solucionar problemas do cotidiano; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Avaliação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Compreensão; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Generalização; - Estudo da realidade dos alunos <i>pode ser o</i> Trânsito;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação do processo pedagógico; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Objetivos educacionais; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação da aprendizagem; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Recursos didáticos; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Métodos de ensino;

continua na próxima página

Tabela J.25: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela J.24. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Conteúdo; - Avaliação do processo pedagógico <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Objetivos educacionais <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Avaliação da aprendizagem <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Técnicas de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Recursos didáticos <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Métodos de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Conteúdo <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Organizadas/sistematizadas <i>de forma que seja</i> Contextualizada; - Estudo da realidade dos alunos <i>de forma que estes desenvolvam</i> Habilidades intelectuais;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela J.23.

Tabela J.26: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas referentes a Tabela J.25.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação do processo pedagógico;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Avaliação do processo pedagógico;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Objetivos educacionais;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Objetivos educacionais;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação da aprendizagem;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Avaliação da aprendizagem;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Técnicas de ensino;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Técnicas de ensino;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Recursos didáticos;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Recursos didáticos;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Métodos de ensino;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Métodos de ensino;
- Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Conteúdo;	PRaPC ₂	- Sequência didática <i>tem</i> Conteúdo;
- Avaliação do processo pedagógico <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Avaliação do processo pedagógico <i>deve ser</i> Organizadas/sistematizadas;
- Objetivos educacionais <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Objetivos educacionais <i>devem ser</i> Organizadas/sistematizadas;
- Avaliação da aprendizagem <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Avaliação da aprendizagem <i>deve ser</i> Organizadas/sistematizadas;
- Técnicas de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Técnicas de ensino <i>devem ser</i> Organizadas/sistematizadas;

continua na próxima página

Tabela J.26: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referentes a Tabela J.25.) (continuação)

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Recursos didáticos <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Recursos didáticos <i>devem ser</i> Organizadas/sistematizadas;
- Métodos de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Métodos de ensino <i>devem ser</i> Organizadas/sistematizadas;
- Conteúdo <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;	PRaPC ₂	- Conteúdo <i>deve ser</i> Organizadas/sistematizadas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela J.27: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>é possível ser</i> Contextualizada; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Projeto de ensino definido; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Escolhas didáticas dos professores; - Contextualizada <i>sendo necessário</i> Estudo da realidade dos alunos; - Contextualizada <i>deve formar cidadãos</i> Críticos; - Contextualizada <i>deve formar cidadãos</i> Autônomos; - Contextualizada <i>deve permitir que os alunos adquiram</i> Habilidades intelectuais; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Análise; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Observação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Solucionar problemas do cotidiano; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Avaliação; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Compreensão; - Habilidades intelectuais <i>tais como</i> Generalização; - Estudo da realidade dos alunos <i>pode ser o</i> Trânsito;
Inserção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Organizadas/sistematizadas <i>de forma que seja</i> Contextualizada; - Estudo da realidade dos alunos <i>de forma que estes desenvolvam</i> Habilidades intelectuais;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação do processo pedagógico; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Objetivos educacionais; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Avaliação da aprendizagem; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Técnicas de ensino; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Recursos didáticos; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Métodos de ensino; - Sequência didática <i>tem várias etapas</i> Conteúdo; - Avaliação do processo pedagógico <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas;

continua na próxima página

Tabela J.27: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura J.6) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos educacionais <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Avaliação da aprendizagem <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Técnicas de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Recursos didáticos <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Métodos de ensino <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas; - Conteúdo <i>podem ser</i> Organizadas/sistematizadas
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura J.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>formar</i> Cidadão crítico; - Sequência didática contextualizada com o trânsito <i>analisar o</i> Cotidiano; - Cotidiano <i>estudar</i> Acidentes; - Cotidiano <i>estudar</i> Placas de sinalização; - Cotidiano <i>estudar</i> Leis; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Propor soluções; - Cidadão crítico <i>capaz de</i> Compreender o cotidiano; - Atividades <i>tais como</i> Pesquisa; - Atividades <i>tais como</i> Trabalho em grupo; - Atividades <i>tais como</i> Leitura de texto;
Remoção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura J.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades <i>formar</i> Cidadão crítico;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura J.6)	<ul style="list-style-type: none"> - Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Planejamento; - Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Atividades; - Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Planejar aulas; - Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Sondagem; - Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Avaliação;

Fonte: Elaborado pelo autor.

J.0.4.2 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Prévios. Apresentamos na Tabela J.28 a quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 5.

Tabela J.28: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 5.

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
	Proposição ramificada correta	PRaC	10
	Proposição reconciliada correta	PCruC	01

continua na próxima página

Mapa com conhecimentos
prévios (Figura J.6)

Tabela J.28: Quantidade de proposições corretas, parcialmente corretas e incorretas no mapa de conhecimentos prévios e recém adquiridos do Aprendiz 5. (continuação)

Mapa conceitual	Descrição da categoria	Legenda	Quantidade
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	00
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	05
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
		PCruI	00
Mapa com conhecimentos recém adquiridos (Figura J.7)	Proposição ramificada correta	PRaC	14
	Proposição reconciliada correta	PCruC	02
	Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	PRaPC ₁	00
		PCruPC ₁	00
		PRaPC ₂	14
		PCruPC ₂	00
		PRaPC ₃	00
		PCruPC ₃	00
		PRaI	00
PCruI	00		

Fonte: Elaborado pelo autor.

S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRaE_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PCruE_v)} \times 100$$

substituindo temos:

$$S_1 = \frac{10 + 01}{115 + 37} \times 100 = \frac{11}{152} \times 100 = 7,3\% \quad (\text{J.57})$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{1k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{1j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.58})$$

substituindo temos:

$$S_2 = \frac{00 + 00}{15 + 01} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.59})$$

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{2k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{2j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.60})$$

substituindo temos:

$$S_3 = \frac{05 + 00}{15 + 01} \times 100 = 31,2\% \quad (\text{J.61})$$

$$S_4 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaPC_{3k}) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruPC_{3j})}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.62})$$

substituindo temos:

$$S_4 = \frac{00 + 00}{15 + 01} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.63})$$

$$S_5 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaI_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruI_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.64})$$

substituindo temos:

$$S_5 = \frac{00 + 00}{15 + 01} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.65})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{J.66})$$

substituindo temos:

$$S_6 = (0,0 + 31,2 + 0,0 + 0,0) = 31,2\% \quad (\text{J.67})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{\sum_{k=1,\dots,n}(PRaC_k) + \sum_{j=1,\dots,m}(PCruC_j)}{\sum_{u=1,\dots,q}(PRa_u) + \sum_{v=1,\dots,r}(PRu_v)} \times 100 \quad (\text{J.68})$$

substituindo temos:

$$S_7 = \frac{10 + 01}{15 + 01} \times 100 = 68,7\% \quad (\text{J.69})$$

J.0.4.3 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Prévios. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned}
 P_1 = & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaC_k) \times 2,0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruC_k) \times 8,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{1k}) \times 1,5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{1k}) \times 3,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{2k}) \times 1,0 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{2k}) \times 2,0 \right) + \\
 & \left(\sum_{k=1, \dots, n} (PRaPC_{3k}) \times 0,5 + \sum_{k=1, \dots, n} (PCruPC_{3k}) \times 1,0 \right)
 \end{aligned}$$

substituindo temos:

$$\begin{aligned}
 P_1 = & (10 * 2 + 01 * 8) + (00 * 1,5 + 00 * 3,0) + (05 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\
 & = (28) + (5) \\
 & = 33
 \end{aligned}$$

J.0.4.4 Nota do Mapa com Conhecimentos Prévios. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(P_1 * 10)}{(\sum_{u=1, \dots, q} (PRa_u) * 2,0) + (\sum_{v=1, \dots, r} (PRu_v) * 1,5)} \quad (J.70)$$

substituindo temos:

$$Nota = \frac{(33 * 10)}{(15 * 2) + (1 * 8)} = \frac{330}{38} = 8,7$$

J.0.4.5 Avaliação Quantitativa - Conhecimentos Recém Adquiridos. S_1 calcula a porcentagem de acertos do mapa do aluno em relação ao mapa do especialista.

$$S_1 = \frac{14 + 02}{115 + 37} \times 100 = \frac{16}{152} \times 100 = 10,5\% \quad (J.71)$$

S_2 , S_3 , S_4 e S_5 calculam as porcentagens das proposições ramificadas e reconciliadas parcialmente corretas e incorretas em relação ao total de proposições do mapa do aprendiz.

$$S_2 = \frac{00 + 00}{28 + 02} \times 100 = 0,0\% \quad (J.72)$$

$$S_3 = \frac{14 + 00}{28 + 02} \times 100 = 46,6\% \quad (J.73)$$

$$S_4 = \frac{00 + 00}{28 + 02} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.74})$$

$$S_5 = \frac{00 + 00}{28 + 02} \times 100 = 0,0\% \quad (\text{J.75})$$

S_6 calcula a porcentagem total de erros do mapa do aprendiz.

$$S_6 = (0,0 + 46,6 + 0,0 + 0,0) = 46,6\% \quad (\text{J.76})$$

S_7 calcula a porcentagem total de acertos do mapa do aprendiz.

$$S_7 = \frac{14 + 02}{28 + 02} \times 100 = 53,3\% \quad (\text{J.77})$$

J.0.4.6 Pontuação do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. P_1 calcula a pontuação do mapa do aprendiz.

$$\begin{aligned} P_1 &= (14 * 2 + 02 * 8) + (00 * 1,5 + 00 * 3,0) + (14 * 1,0 + 00 * 2,0) + (00 * 0,5 + 00 * 1,0) \\ &= (44) + (14) \\ &= 58 \end{aligned}$$

J.0.4.7 Nota do Mapa com Conhecimentos Recém Adquiridos. A nota obtida no mapa do aprendiz é:

$$Nota = \frac{(58 * 10)}{(28 * 2 + (2 * 8))} = \frac{580}{72} = 8,0$$

J.0.4.8 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir da análise do mapa com os conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos, apresentamos nesta seção se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de Aprendizagem Mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostra que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: Conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos.

– **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Correta)**

- * Sequência didática contextualizada com o trânsito formar Cidadão crítico;
 - * Sequência didática contextualizada com o trânsito analisar o Cotidiano;
 - * Cotidiano estudar Acidentes;
 - * Cotidiano estudar Placas de sinalização;
 - * Cotidiano estudar Leis;
 - * Cidadão crítico capaz de Propor soluções;
 - * Cidadão crítico capaz de Compreender o cotidiano;
 - * Atividades tais como Pesquisa;
 - * Atividades tais como Trabalho em grupo;
 - * Atividades tais como Leitura de texto;
- **Critério 1: (Proposição Reconciliada Removida Correta)**
- * Atividades formar Cidadão crítico;
- **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Parcialmente Correta)**
- * Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Planejamento;
 - * Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Atividades;
 - * Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Planejar aulas;
 - * Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Sondagem;
 - * Sequência didática contextualizada com o trânsito tem várias etapas Avaliação;
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
- * Sequência didática é possível ser Contextualizada;
 - * Contextualizada sendo necessário Projeto de ensino definido;
 - * Contextualizada sendo necessário Escolhas didáticas dos professores;
 - * Contextualizada sendo necessário Estudo da realidade dos alunos;
 - * Contextualizada deve formar cidadãos Críticos;
 - * Contextualizada deve formar cidadãos Autônomos;
 - * Contextualizada deve permitir que os alunos adquiram Habilidades intelectuais;
 - * Habilidades intelectuais tais como Análise;
 - * Habilidades intelectuais tais como Observação;
 - * Habilidades intelectuais tais como Solucionar problemas do cotidiano;
 - * Habilidades intelectuais tais como Avaliação;
 - * Habilidades intelectuais tais como Compreensão;

- * Habilidades intelectuais tais como Generalização;

– **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**

- * Sequência didática tem várias etapas Avaliação do processo pedagógico;
- * Sequência didática tem várias etapas Objetivos educacionais;
- * Sequência didática tem várias etapas Avaliação da aprendizagem;
- * Sequência didática tem várias etapas Técnicas de ensino;
- * Sequência didática tem várias etapas Recursos didáticos;
- * Sequência didática tem várias etapas Métodos de ensino;
- * Sequência didática tem várias etapas Conteúdo;
- * Avaliação do processo pedagógico podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Objetivos educacionais podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Avaliação da aprendizagem podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Técnicas de ensino podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Recursos didáticos podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Métodos de ensino podem ser Organizadas/sistematizadas;
- * Conteúdo podem ser Organizadas/sistematizadas;

- **Indício de Aprendizagem Significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (iii), critério 3 (parcialmente): dois conceitos recém-adquiridos foram relacionados, porém não há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.

– **Critério 3: (Proposição Reconciliada Inserida Correta)**

- * Organizadas/sistematizadas de forma que seja Contextualizada;
- * Estudo da realidade dos alunos de forma que estes desenvolvam Habilidades intelectuais;

Apêndice

K

**ONTOLOGIA SOBRE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
CONTEXTUALIZADA COM O TRÂNSITO**

1. **Conceitos:** {educação para o trânsito, cotidiano do aprendiz, agentes transformadores, bases legais, educação, trânsito, sistema de ensino, nacional, estadual, municipal, diretrizes nacionais da educação para o trânsito, lei federal 9503/97 (Código de Trânsito Brasileiro), base nacional comum curricular, referência curricular, Capítulo VI Artigo 74, cultura de segurança, estatísticas de acidentes, prática educativa, preservação da vida, prevenção de acidentes, crítica, ética, valores, respeito às leis, respeito às pessoas, transversal, integradora, didaticamente planejada, interdisciplinar, sequência didática, aspectos gerais, Paulo freire, Design Thinking, ensino de ciências por investigação, Teoria da aprendizagem (Ausubel), objetivos educacionais, conteúdos, métodos de ensino, técnicas de ensino, avaliação da aprendizagem, recursos didáticos, planejamento flexível, avaliação do projeto pedagógico, planos de aula, pano de fundo, formas de integração, pedestre, motorista, infantil, pré-escola, fundamental, médio, superior}.
2. **Relações binárias:** {<educação para o trânsito r_1 cotidiano do aprendiz>, <cotidiano do aprendiz r_2 agentes transformadores>, <educação para o trânsito r_3 bases legais>, <bases legais r_4 educação>, <bases legais r_5 trânsito>, <educação r_6 sistema de ensino>, <trânsito r_7 lei federal 9503/97 (Código de Trânsito Brasileiro)>, <sistema de ensino r_8 nacional>, <sistema de ensino r_9 estadual>, <sistema de ensino r_{10} municipal>, <nacional r_{11} diretrizes nacionais da educação para o trânsito>, <nacional r_{12} base nacional comum curricular>, <estadual r_{13} referência curricular>, <municipal r_{14} referência curricular>, <lei federal 9503/97 (Código de Trânsito Brasileiro) r_{15} Capítulo VI Artigo 74>, <educação para o trânsito r_{16} cultura de segurança>, <cultura de segurança r_{17} bases legais>, <cultura de segurança r_{18} estatísticas de acidentes>, <cultura de segurança r_{19} prática educativa>, <educação para o trânsito r_{20} preservação da vida>, <educação para o trânsito r_{21} prevenção de acidentes>, <estatísticas de acidentes r_{22} preservação da vida>, <estatísticas de acidentes r_{23} prevenção de acidentes>, <educação para o trânsito r_{24} prática educativa>, <prática educativa r_{25} crítica>, <prática educativa r_{26} ética>, <prática educativa r_{27} valores>, <prática educativa r_{28} respeito às leis>, <prática educativa r_{29} respeito às pessoas>, <prática educativa r_{30} equitativo>, <prática educativa r_{31} democrático>, <crítica r_{32} respeito às leis>, <crítica r_{33} respeito às pessoas>, <ética r_{34} respeito às leis>, <ética r_{35} respeito às pessoas>, <valores r_{36} respeito às leis>, <valores r_{37} respeito às pessoas>, <educação para o trânsito r_{38} transversal>, <educação para o trânsito r_{39} integradora>, <educação para o trânsito r_{40} didaticamente planejada>, <educação para o trânsito r_{41} interdisciplinar>, <didaticamente planejada r_{42} sequência didática>, <sequência didática r_{43} aspectos gerais>, <sequência didática r_{44} Paulo freire>, <sequência didática r_{45} Design Thinking>, <sequência didática r_{46} ensino de ciências por investigação>, <sequência didática r_{47} Teoria da aprendizagem (Ausubel)>, <aspectos gerais r_{48} objetivos educacionais>, <aspectos gerais r_{49} conteúdos>, <aspectos gerais r_{50} métodos de ensino>, <aspectos gerais r_{51} técnicas de ensino>, <aspectos gerais r_{52} avaliação da aprendizagem>, <aspectos gerais r_{53} recursos didáticos>, <aspectos gerais r_{54} planejamento flexível>, <aspectos gerais r_{55} avaliação do projeto pedagógico>, <aspectos gerais r_{56} planos de aula>, <aspectos gerais r_{57} pano de fundo>, <educação para o trânsito r_{58} formas de integração>, <formas de integração r_{59} pedestre>, <formas de integração r_{60} motorista>, <educação para o trânsito r_{61} infantil>, <educação para o trânsito r_{62} pré-escola>, <educação para o trânsito r_{63} fundamental>, <educação para o trânsito r_{64} médio>, <educação para o trânsito r_{65} superior>, <diretrizes nacionais da educação para o trânsito r_{66} pré-escola>, <diretrizes nacionais da educação para o trânsito r_{67} fundamental>}.
3. **Semântica das relações:** r_1 : {problematiza}, r_2 : {para formar}, $r_3, r_{11}, r_{12}, r_{43}, r_{44}, r_{45}, r_{46}, r_{47}$: {fundamentada em, fundamenta-se em}, $r_4, r_5, r_{48}, r_{49}, r_{50}, r_{51}, r_{52}, r_{53}, r_{54}, r_{55}, r_{56}, r_{57}, r_{66}, r_{67}$: {divide-se em, divididas em}, r_6, r_7 : {segue as diretrizes}, r_8, r_9, r_{10} : {segue as diretrizes}, r_{13}, r_{14} : {utiliza}, $r_{15}, r_{17}, r_{18}, r_{19}$: {por meio do, por meio de}, r_{16} : {desenvolve}, r_{20}, r_{21} : {caminha para}, r_{22}, r_{23} : {pode ajudar}, $r_{24}, r_{32}, r_{33}, r_{34}, r_{35}, r_{36}, r_{37}, r_{58}$: {promove, proporciona}, r_{25}, r_{26}, r_{27} : {possibilita a formação}, r_{28}, r_{29} : {incentiva}, r_{30}, r_{31} : {promove espaço público}, $r_{38}, r_{39}, r_{40}, r_{41}$: {deve ser}, r_{42} : {utilizando}, r_{59}, r_{60} : {entre}, $r_{61}, r_{62}, r_{63}, r_{64}, r_{65}$: {aplicada ao ensino}

ESTUDO DE CASO 2 - MAPA COM OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E RECÉM ADQUIRIDOS DOS APRENDIZES 1, 2, 3, 4 E 5

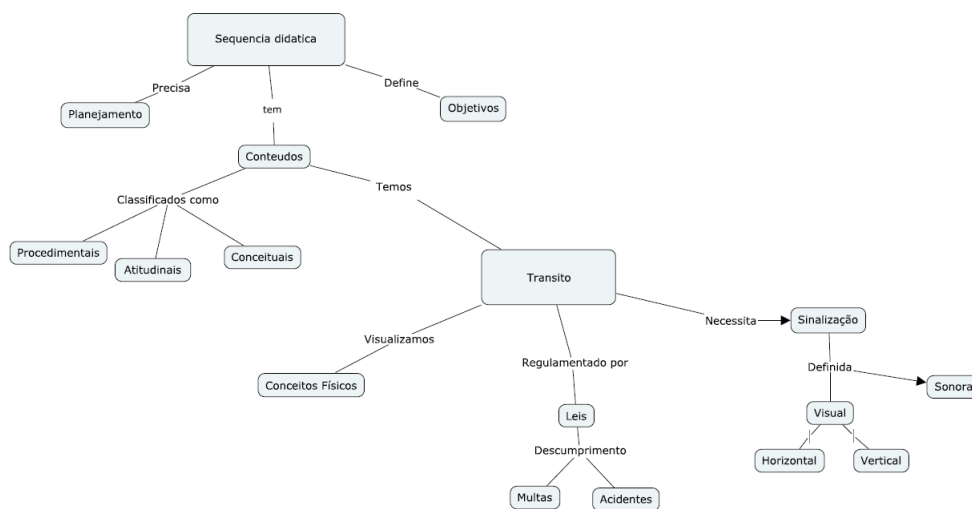


Figura L.1 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios e recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 1.

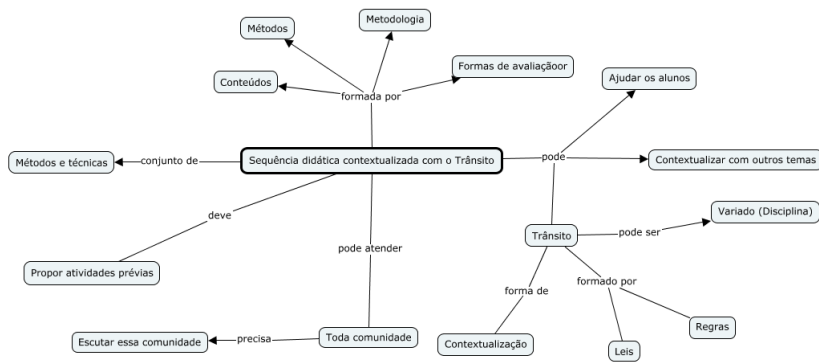


Figura L.2 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

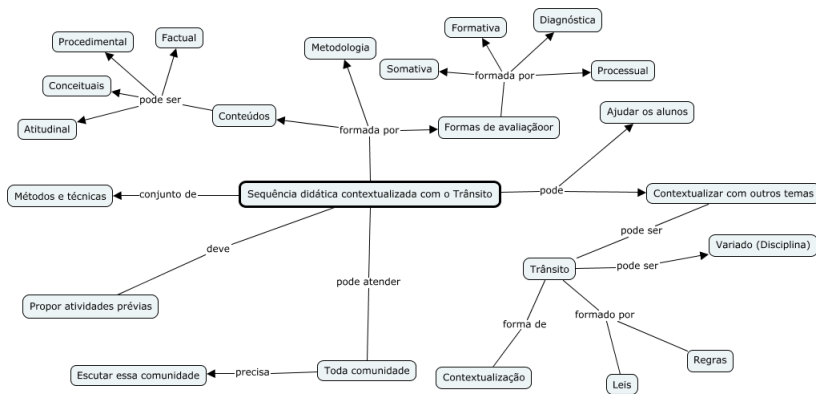


Figura L.3 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

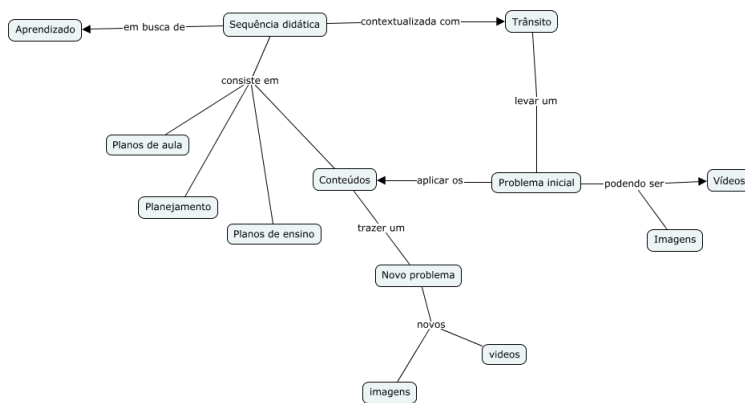


Figura L.4 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

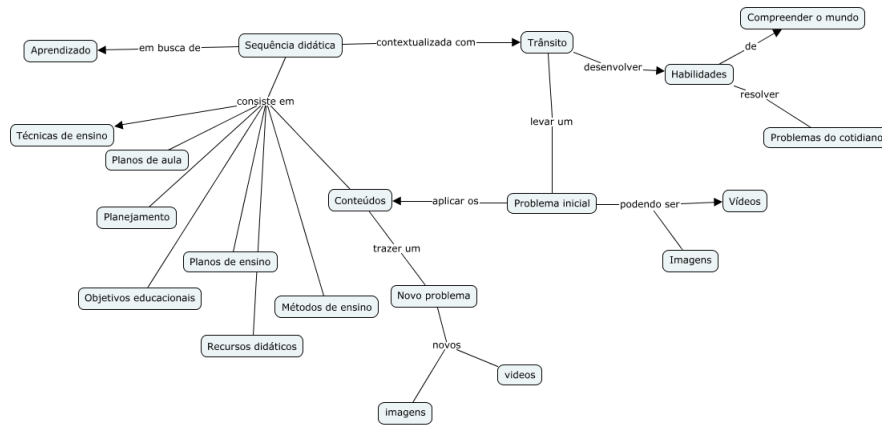


Figura L.5 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

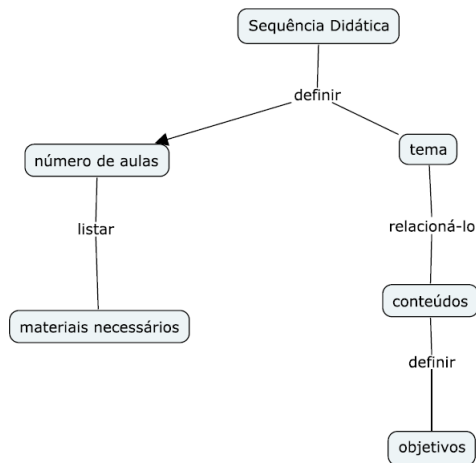


Figura L.6 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.

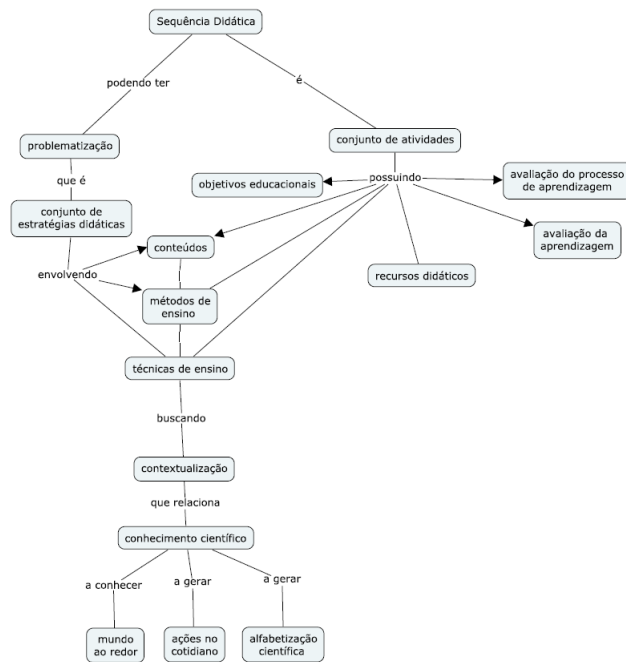


Figura L.7 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.

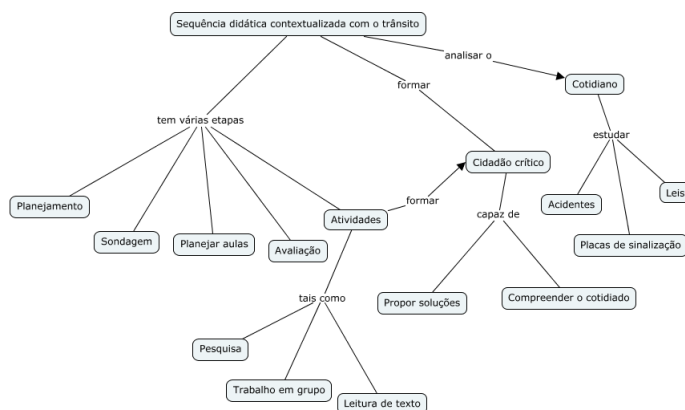


Figura L.8 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 5.

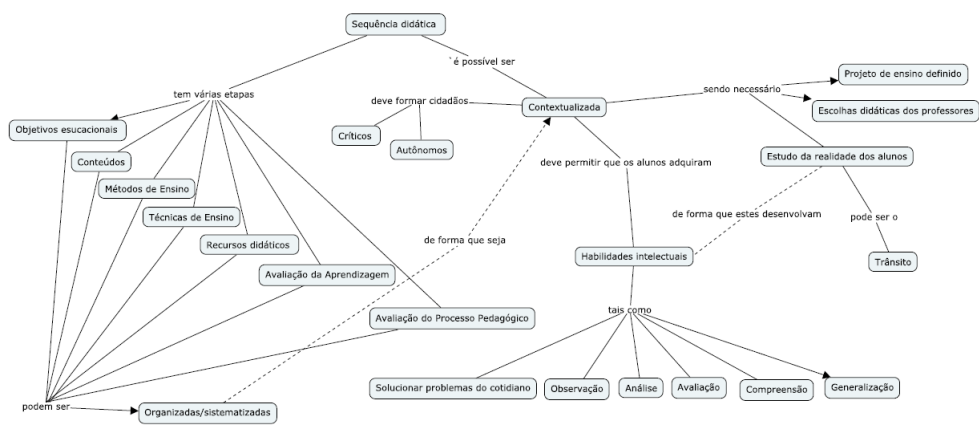


Figura L.9 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 5.

ESTUDO DE CASO 3 - LEVANTAMENTO DOS DADOS DOS APRENDIZES 2,3 E 4

M.0.1 Aprendiz 2

A Figura M.1 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 2 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

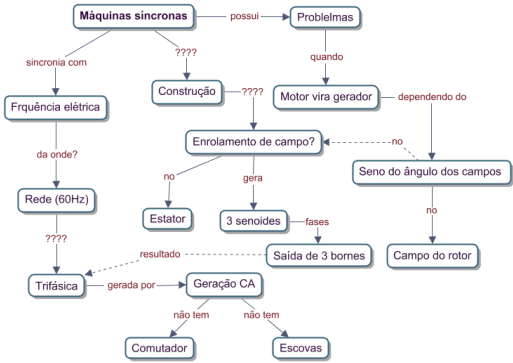


Figura M.1 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura M.2 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 2. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

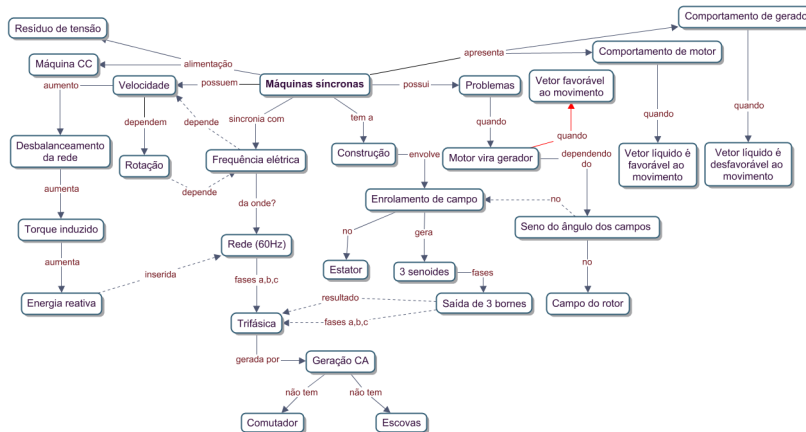


Figura M.2 Mapa conceitual do Aprendiz 2 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

M.0.1.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela M.1:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.1).
- **Tabela M.2:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.1.
- **Tabela M.3:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela M.2.
- **Tabela M.4:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).
- **Tabela M.5:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.4.
- **Tabela M.6:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela M.5.
- **Tabela M.7:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).

Tabela M.1: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.1).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>sincronia com</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>da onde?</i> Rede(60Hz); - Enrolamento de campo? <i>no</i> Estator; - Enrolamento de campo? <i>gera</i> 3 senóides; - 3 senóides <i>fases</i> Saída de 3 bornes; - Trifásica <i>gerada por</i> Geração CA; - Geração CA <i>não tem</i> Comutador; - Geração CA <i>não tem</i> Escovas; - Máquinas síncronas <i>possui</i> Problemas; - Problemas <i>quando</i> Motor vira gerador; - Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos; - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Campo do rotor;
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Enrolamento de campo?; - Saída de 3 bornes <i>resultado</i> Trifásica;
Proposição incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>????</i> Construção; - Construção <i>???</i> Enrolamento de campo?; - Rede(60Hz) <i>???</i> Trifásica;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.1 apresenta as proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Tabela M.2.

Tabela M.2: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.1.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>sincronia com</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>da onde?</i> Rede(60Hz); - 3 senóides <i>fases</i> Saída de 3 bornes; - Trifásica <i>gerada por</i> Geração CA; - Geração CA <i>não tem</i> Comutador; - Geração CA <i>não tem</i> Escovas; - Máquinas síncronas <i>possui</i> Problemas; - Problemas <i>quando</i> Motor vira gerador;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Enrolamento de campo? <i>no</i> Estator; - Enrolamento de campo? <i>gera</i> 3 senóides; - Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos; - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Campo do rotor;
Proposição reconciliada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Saída de 3 bornes <i>resultado</i> Trifásica;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	<ul style="list-style-type: none"> - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Enrolamento de campo?;
Proposição incompleta	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>????</i> Construção; - Construção <i>???</i> Enrolamento de campo?; - Rede(60Hz) <i>???</i> Trifásica;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas e incorretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela M.3.

Tabela M.3: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela M.2.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Rede(60Hz) ??? Trifásica;	PRaPC ₂	- Rede(60Hz) <i>número de fases</i> Trifásica;
- Enrolamento de campo? <i>no</i> Estator;	PRaPC ₁	- Enrolamento de campo? <i>no</i> Rotor;
- Enrolamento de campo? <i>gera</i> 3 senoides;	PRaPC ₁	- Enrolamento de armadura no gerador <i>gera</i> 3 senoides no estator;
- Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos;	PRaPC ₁	- Motor vira gerador <i>dependendo da</i> Velocidade relativa do rotor;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

< Máquinas síncronas ???? Construção >
 < Construção ??? Enrolamento de campo? >
 < Seno do ângulo dos campos *no* Campo do rotor >
 < Seno do ângulo dos campos *no* Enrolamento de campo? >

Tabela M.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas síncronas <i>sincronia com</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>da onde?</i> Rede(60Hz); - 3 senoides <i>fases</i> Saída de 3 bornes; - Trifásica <i>gerada por</i> Geração CA; - Geração CA <i>não tem</i> Comutador; - Geração CA <i>não tem</i> Escovas; - Máquinas síncronas <i>possui</i> Problemas; - Problemas <i>quando</i> Motor vira gerador;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Enrolamento de campo <i>no</i> Estator; - Enrolamento de campo <i>gera</i> 3 senoides; - Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos; - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Campo do rotor;
Proposição reconciliada correta	- Saída de 3 bornes <i>resultado</i> Trifásica;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Enrolamento de campo;

continua na próxima página

Tabela M.4: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>tem a</i> Construção - Rede(60Hz) fases a,b,c Trifásica - Construção envolve Enrolamento de campo? - Máquinas síncronas <i>possuem</i> Velocidade - Velocidade <i>dependem</i> Rotação - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de motor - Comportamento de motor <i>quando</i> Vetor líquido é favorável ao movimento - Comportamento de gerador <i>quando</i> Vetor líquido é desfavorável ao movimento - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de gerador - Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Máquina CC - Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Resíduo de tensão - Velocidade <i>aumento</i> Desbalanceamento da rede - Desbalanceamento da rede <i>aumenta</i> Torque induzido - Torque induzido <i>aumenta</i> Energia reativa
Proposição reconciliada inexistente	<ul style="list-style-type: none"> - Rotação <i>depende</i> Frequência elétrica - Frequência elétrica <i>depende</i> Velocidade - Saída de 3 bornes <i>fases a,b,c</i> Trifásica - Energia reativa <i>inserida</i> Rede(60Hz)
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Motor vira gerador <i>quando</i> Vetor favorável ao movimento;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.5 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistentes* da Tabela 6.20.

Tabela M.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.4.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>sincronia com</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>da onde?</i> Rede(60Hz); - 3 senoides <i>fases</i> Saída de 3 bornes; - Trifásica <i>gerada por</i> Geração CA; - Geração CA <i>não tem</i> Comutador; - Geração CA <i>não tem</i> Escovas; - Máquinas síncronas <i>possui</i> Problemas; - Problemas <i>quando</i> Motor vira gerador; - Máquinas síncronas <i>tem a</i> Construção; - Rede(60Hz) fases a,b,c Trifásica; - Construção envolve Enrolamento de campo; - Máquinas síncronas <i>possuem</i> Velocidade; - Velocidade <i>dependem</i> Rotação; - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de motor; - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de gerador;

continua na próxima página

Tabela M.5: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.4. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Máquina CC; - Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Resíduo de tensão;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Enrolamento de campo <i>no</i> Estator; - Enrolamento de campo <i>gera</i> 3 senoides; - Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos; - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Campo do rotor; - Comportamento de motor <i>quando</i> Vetor líquido é favorável ao movimento; - Comportamento de gerador <i>quando</i> Vetor líquido é desfavorável ao movimento; - Velocidade <i>aumento</i> Desbalanceamento da rede; - Desbalanceamento da rede <i>umenta</i> Torque induzido; - Torque induzido <i>umenta</i> Energia reativa; - Máquinas síncrona <i>alimentação</i> Resíduo de tensão; - Máquinas síncrona <i>alimentação</i> Máquina CC;
Proposição reconciliada correta	- Saída de 3 bornes <i>resultado</i> Trifásica; - Rotação <i>depende</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>depende</i> Velocidade; - Saída de 3 bornes <i>fases a,b,c</i> Trifásica;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Enrolamento de campo; - Energia reativa <i>inserida</i> Rede(60Hz);
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	- Motor vira gerador <i>quando</i> Vetor favorável ao movimento;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela M.6.

Tabela M.6: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.5.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Comportamento de motor <i>quando</i> Vetor líquido é favorável ao movimento;	PRaPC ₁	- Comportamento de motor <i>quando</i> Vetor B líquido é favorável ao movimento;
- Comportamento de gerador <i>quando</i> Vetor líquido é desfavorável ao movimento;	PRaPC ₁	- Comportamento de motor quando Vetor B líquido é desfavorável ao movimento;
- Comportamento de gerador <i>quando</i> Vetor líquido é desfavorável ao movimento;	PRaPC ₁	- Comportamento de motor quando Vetor B líquido é desfavorável ao movimento;
- Energia reativa <i>inserida</i> Rede(60Hz);	PRaPC ₂	- Energia reativa <i>inserida e absorvida</i> Rede(60Hz);

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma

sugestão para a sua correção. São elas:

- <Velocidade *aumento* Desbalanceamento da rede>
- <Desbalanceamento da rede *aumenta* Torque induzido>
- <Torque induzido *aumenta* Energia reativa>
- <Máquinas síncrona *alimentação* Resíduo de tensão>
- <Máquinas síncrona *alimentação* Máquina CC>

Tabela M.7: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>tem a</i> Construção; - Rede(60Hz) fases a,b,c Trifásica; - Construção envolve Enrolamento de campo; - Máquinas síncronas <i>possuem</i> Velocidade; - Velocidade <i>dependem</i> Rotação; - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de motor; - Máquinas síncronas <i>apresenta</i> Comportamento de gerador; - Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Máquina CC; - Máquinas síncronas <i>alimentação</i> Resíduo de tensão; - Máquinas síncrona <i>alimentação</i> Resíduo de tensão; - Máquinas síncrona <i>alimentação</i> Máquina CC;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamento de motor <i>quando</i> Vetor líquido é favorável ao movimento; - Comportamento de gerador <i>quando</i> Vetor líquido é desfavorável ao movimento; - Velocidade <i>aumento</i> Desbalanceamento da rede; - Desbalanceamento da rede <i>aumenta</i> Torque induzido; - Torque induzido <i>aumenta</i> Energia reativa;
Inserção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Rotação <i>depende</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>depende</i> Velocidade; - Saída de 3 bornes <i>fases a,b,c</i> Trifásica;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Energia reativa <i>inserida</i> Rede(60Hz);
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura M.1)	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>????</i> Construção; - Construção <i>???</i> Enrolamento de campo?; - Rede(60Hz) <i>???</i> Trifásica;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2) (Processo de construção)	<ul style="list-style-type: none"> - Motor vira gerador <i>quando</i> Vetor favorável ao movimento;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas síncronas <i>sincronia com</i> Frequência elétrica; - Frequência elétrica <i>da onde?</i> Rede(60Hz); - 3 senoides <i>fases</i> Saída de 3 bornes;

continua na próxima página

Tabela M.7: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Trifásica <i>gerada por</i> Geração CA; - Geração CA <i>não tem</i> Comutador; - Geração CA <i>não tem</i> Escovas; - Máquinas síncronas <i>possui</i> Problemas; - Problemas <i>quando</i> Motor vira gerador;
Proposição correta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	- Saída de 3 bornes <i>resultado</i> Trifásica;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	- Enrolamento de campo <i>no</i> Estator; - Enrolamento de campo <i>gera</i> 3 senoides; - Motor vira gerador <i>dependendo do</i> Seno do ângulo dos campos; - Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Campo do rotor;
Proposição parcialmente correta e incorreta reconciliada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2)	- Seno do ângulo dos campos <i>no</i> Enrolamento de campo;

Fonte: Elaborado pelo autor.

M.0.1.2 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de aprendizagem mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.
 - **Critério 1: (Proposição Ramificada Removida Parcialmente Correta e Incorreta)**
 - * Máquinas síncronas *????* Construção
 - * Construção *???* Enrolamento de campo?
 - * Rede(60Hz) *???* Trifásica
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Máquinas síncronas *tem a* Construção
 - * Rede(60Hz) fases a,b,c Trifásica
 - * Construção envolve Enrolamento de campo
 - * Máquinas síncronas *possuem* Velocidade

- * Velocidade *dependem* Rotação
- * Máquinas síncronas *apresenta* Comportamento de motor
- * Máquinas síncronas *apresenta* Comportamento de gerador
- * Máquinas síncronas *alimentação* Máquina CC
- * Máquinas síncronas *alimentação* Resíduo de tensão
- * Máquinas síncrona *alimentação* Resíduo de tensão
- * Máquinas síncrona *alimentação* Máquina CC
- **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Comportamento de motor *quando* Vetor líquido é favorável ao movimento
 - * Comportamento de gerador *quando* Vetor líquido é desfavorável ao movimento
 - * Velocidade *aumento* Desbalanceamento da rede
 - * Desbalanceamento da rede *aumenta* Torque induzido
 - * Torque induzido *aumenta* Energia reativa
- **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Motor vira gerador *quando* Vetor favorável ao movimento;
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (i), critérios 2 e 3 (parcialmente): os conceitos recém-adquiridos estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio) e há ausência de novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa; ao item (ii), critérios 2 e 3 (parcialmente): os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio), porém há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.

Item (i):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Rotação *depende* Frequência elétrica
 - * Frequência elétrica *depende* Velocidade
- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Energia reativa *inserida* Rede(60Hz)

Item (ii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Saída de 3 bornes *fases a,b,c* Trifásica

M.0.2 Aprendiz 3

A Figura M.3 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 3 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

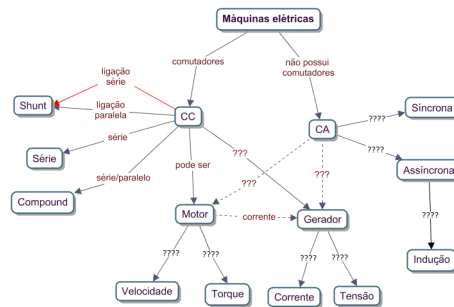


Figura M.3 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

A Figura M.4 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 3. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 3 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

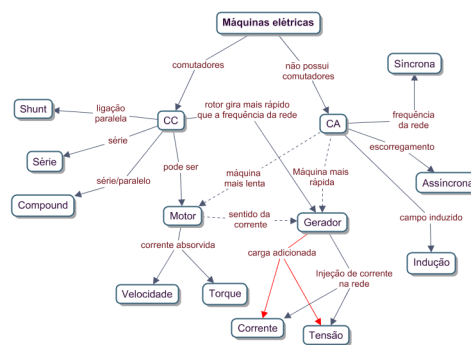


Figura M.4 Mapa conceitual do Aprendiz 3 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

M.0.2.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela M.8:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.3).
- **Tabela M.9:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.8.
- **Tabela M.10:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela M.9.
- **Tabela M.11:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4).
- **Tabela M.12:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.11.
- **Tabela M.13:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela M.12.
- **Tabela M.14:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.1) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.2).

Tabela M.8: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.3).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- Máquinas elétricas <i>comutadores</i> CC; - Máquinas elétricas <i>não possui comutadores</i> CA; - CC ligação <i>paralela</i> Shut; - CC <i>série</i> Série; - CC <i>série/paralelo</i> Compound; - CC <i>pode ser</i> Motor;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	- CC <i>ligação série</i> Shut;
Proposição reconciliada inexistente	- Motor <i>corrente</i> Gerador;
Proposição incompleta	- CC ??? gerador; - Motor ??? Velocidade; - Motor ??? Torque; - Gerador ??? Corrente; - Gerador ??? Tensão; - CA ??? Síncrona; - CA ??? Assíncrona; - Assíncrona ??? Indução; - CA ??? Motor; - CA ??? Gerador;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.8 apresenta proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições

precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Tabela M.9.

Tabela M.9: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.8.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>comutadores</i> CC; - Máquinas elétricas <i>não possui comutadores</i> CA; - CC <i>pode ser</i> Motor;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- CC ligação <i>paralela</i> Shut; - CC <i>série</i> Série; - CC <i>série/paralelo</i> Compound;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	- CC <i>ligação série</i> Shut;
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Motor <i>corrente</i> Gerador;
Proposição incompleta	- CC ??? gerador; - Motor ??? Velocidade; - Motor ??? Torque; - Gerador ??? Corrente; - Gerador ??? Tensão; - CA ??? Síncrona; - CA ??? Assíncrona; - Assíncrona ??? Indução; - CA ??? Motor; - CA ??? Gerador;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as *proposições parcialmente corretas e incorretas*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela M.10.

Tabela M.10: Sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente corretas e incorretas referentes a Tabela M.9.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- CC ligação <i>paralela</i> Shut;	PRaPC ₃	- CC <i>ligação</i> Shut;
- CC <i>série</i> Série;	PRaPC ₂	- CC <i>ligação</i> Série;
- CC <i>série/paralelo</i> Compound;	PRaPC ₂	- CC <i>ligação série/paralelo</i> Compound;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

< Motor *corrente* Gerador >
< CC *ligação série* Shut >

Tabela M.11: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- CC rotor gira mais rápido que a frequência da rede gerador; - Motor corrente absorvida Velocidade; - Motor corrente absorvida Torque; - Gerador injeção de corrente na rede Corrente; - Gerador injeção de corrente na rede Tensão; - CA frequência da rede Síncrona; - CA escorregamento Assíncrona; - Assíncrona campo induzido Indução
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas comutadores CC; - Máquinas elétricas não possui comutadores CA; - CC pode ser Motor;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	- Gerador carga adicionada Corrente; - Gerador carga adicionada Tensão;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- CC ligação paralela Shut; - CC série Série; - CC série/paralelo Compound;
Proposição reconciliada inexistente	- Motor sentido da corrente Gerador; - CA máquina mais lenta Motor; - CA máquina mais rápida Gerador;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.12 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistentes* da Tabela M.11.

Tabela M.12: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.11.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas comutadores CC; - Máquinas elétricas não possui comutadores CA; - CC pode ser Motor; - Motor corrente absorvida Velocidade; - Motor corrente absorvida Torque; - CA frequência da rede Síncrona; - CA escorregamento Assíncrona; - Assíncrona campo induzido Indução
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- CC ligação paralela Shut; - CC série Série; - CC série/paralelo Compound; - CC rotor gira mais rápido que a frequência da rede gerador; - Gerador injeção de corrente na rede Corrente; - Gerador injeção de corrente na rede Tensão;
Proposição ramificada correta (Processo de construção)	- Gerador carga adicionada Corrente;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	- Gerador carga adicionada Tensão;

continua na próxima página

Tabela M.12: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.11. (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
Proposição reconciliada parcialmente correta e incorreta	- Motor <i>sentido da corrente</i> Gerador; - CA <i>máquina mais lenta</i> Motor; - CA <i>máquina mais rápida</i> Gerador;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela M.13.

Tabela M.13: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.12.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- CA <i>máquina mais lenta</i> Motor;	PRaPC ₂	- CA <i>rotor mais lento</i> Motor;
- CA <i>máquina mais rápida</i> Gerador;	PRaPC ₂	- CA <i>rotor mais rápido</i> Gerador;
- Motor <i>sentido da corrente</i> Gerador;	PRaPC ₂	- Motor <i>entra</i> Corrente;
- Motor <i>sentido da corrente</i> Gerador;	PRaPC ₂	- Gerador <i>sai</i> Corrente;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

<CC rotor gira mais rápido que a frequência da rede Gerador>
<Gerador *injeção de corrente na rede* Corrente>
<Gerador *injeção de corrente na rede* Tensão>

Tabela M.14: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4)	- Motor <i>corrente absorvida</i> Velocidade; - Motor <i>corrente absorvida</i> Torque; - CA <i>frequência da rede</i> Síncrona; - CA <i>escorregamento</i> Assíncrona;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4)	- CC <i>rotor gira mais rápido que a frequência da rede</i> gerador; - Gerador <i>injeção de corrente na rede</i> Corrente; - Gerador <i>injeção de corrente na rede</i> Tensão;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4)	- Motor <i>sentido da corrente</i> Gerador; - CA <i>máquina mais lenta</i> Motor; - CA <i>máquina mais rápida</i> Gerador;

continua na próxima página

Tabela M.14: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.3) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4). (continuação)

Categorias de proposições	Descrição
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição reconciliada mapa de conhecimentos prévios (Figura M.3)	- Motor <i>corrente</i> Gerador;
Remoção incompleta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos prévios (Figura M.3)	- CC ??? gerador; - Motor ??? Velocidade; - Motor ??? Torque; - Gerador ??? Corrente; - Gerador ??? Tensão; - CA ??? Síncrona; - CA ??? Assíncrona; - Assíncrona ??? Indução;
Remoção incompleta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos prévios (Figura M.3)	- CA ??? Motor; - CA ??? Gerador;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4) (Processo de construção)	- Gerador <i>carga adicionada</i> Corrente;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4) (Processo de construção)	- Gerador <i>carga adicionada</i> Tensão; - CC <i>ligação série</i> Shut;
Proposição parcialmente correta e incorreta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.4)	- CC <i>ligação paralela</i> Shut; - CC <i>série</i> Série; - CC <i>série/paralelo</i> Compound;

Fonte: Elaborado pelo autor.

M.0.2.2 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de aprendizagem mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critérios 1 e 2: conceitos do primeiro para o segundo mapa são removidos e há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.

– **Critério 1: (Proposição Reconciliada Removida Correta)**

- * Motor *corrente* Gerador
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Motor *corrente absorvida* Velocidade
 - * Motor *corrente absorvida* Torque
 - * CA *frequência da rede* Síncrona
 - * CA *escorregamento* Assíncrona;
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * CC *rotor gira mais rápido que a frequência da rede* gerador
 - * Gerador *injeção de corrente na rede* Corrente
 - * Gerador *injeção de corrente na rede* Tensão
 - **Critério 4: (Proposição Ramificada Correta - Processo de Construção)**
 - * Gerador *carga adicionada* Corrente;
 - **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Gerador *carga adicionada* Tensão
 - * CC *ligação série* Shut
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (ii), critérios 2 e 3 (parcialmente): os conceitos recém-adquiridos não estão relacionados aos conceitos do primeiro mapa (conhecimento prévio), porém há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.

Item (ii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Motor *sentido da corrente* Gerador
 - * CA *máquina mais lenta* Motor
 - * CA *máquina mais rápida* Gerador

M.0.3 Aprendiz 4

A Figura M.5 mostra o mapa com os conhecimentos prévios do Aprendiz 4 elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção das proposições por meio do vídeo disponibilizado pelo aprendiz. O mapa final com os conhecimentos prévios construído pelo Aprendiz 2 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.

A Figura M.6 mostra o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos elaborado pelo pesquisador observando o processo de construção através do vídeo disponibilizado pelo aprendiz 4. O mapa foi construído após a aplicação da aula sobre conversão eletromecânica de energia - estudos das máquinas elétricas rotativas síncronas pelo professor instrutor. O mapa final com os conhecimentos recém adquiridos construído pelo Aprendiz 4 encontra-se no **Apêndice O** deste texto.



Figura M.5 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

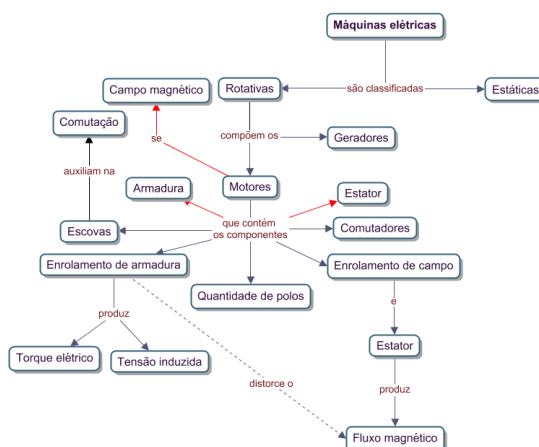


Figura M.6 Mapa conceitual do Aprendiz 4 com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador.

M.0.3.1 Levantamento dos Dados Nesta seção será apresentado o levantamento dos dados necessários para avaliação quantitativa e qualitativa nas seguintes tabelas:

- **Tabela M.15:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.5).
- **Tabela M.16:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.15.
- **Tabela M.17:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).
- **Tabela M.18:** Apresenta os dados resultantes da avaliação manual (feita pelo professor) das proposições listadas na linha *Proposição inexistente* da Tabela M.17.
- **Tabela M.19:** Apresenta sugestão de correção, feita pelo professor, das proposições indicadas como parcialmente incorretas referente a Tabela M.18.

- **Tabela M.20:** Apresenta os dados entre a comparação do mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).

Tabela M.15: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos prévios (Figura M.5).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada inexistente	- Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Estáticas; - Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Rotativas; - Rotativas <i>compõem os</i> Motores; - Rotativas <i>compõem os</i> Geradores;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.15 apresenta proposições classificadas como *inexistentes*, ou seja, que não aparecem no mapa do especialista e na ontologia de domínio. Assim, essas proposições precisam ser analisadas pelo professor instrutor de forma manual e classificá-las como correta, parcialmente correta ou incorreta, como mostra a Tabela M.16.

Tabela M.16: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.15.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Estáticas; - Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Rotativas; - Rotativas <i>compõem os</i> Motores; - Rotativas <i>compõem os</i> Geradores;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela M.17: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Estáticas; - Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Rotativas; - Rotativas <i>compõem os</i> Motores; - Rotativas <i>compõem os</i> Geradores;
Proposição ramificada inexistente	- Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Quantidade de polos; - Motores <i>que contém os componentes</i> Escovas; - Motores <i>que contém os componentes</i> Comutadores; - Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de campo; - Enrolamento de armadura <i>produz</i> Torque elétrico; - Enrolamento de armadura <i>produz</i> Tensão induzida; - Estator <i>produz</i> Enrolamento de campo; - Enrolamento de campo <i>é</i> Estator;

continua na próxima página

Tabela M.17: Comparação entre o mapa de referência (Figura 6.9) e o mapa com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).
(continuação)

Categorias de proposições	Descrição
	- Estator <i>produz</i> Fluxo magnético; - Escovas <i>auxiliam na</i> Comutação;
Proposição ramificada inexistente (Processo de construção)	- Motores <i>que contém os componentes</i> Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Estator; - Motores <i>se</i> Campo magnético;
Proposição reconciliada inexistente	- Enrolamento de armadura <i>distorce o</i> Fluxo magnético;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela M.18 apresenta o resultado da avaliação manual, feita pelo professor instrutor, das proposições classificadas como *inexistentes* da Tabela M.17.

Tabela M.18: Resultado da avaliação manual das proposições listadas como *inexistentes* da Tabela M.17.

Categorias de proposições	Descrição
Proposição ramificada correta	- Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Estáticas; - Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Rotativas; - Rotativas <i>compõem os</i> Motores; - Rotativas <i>compõem os</i> Geradores; - Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Quantidade de polos; - Motores <i>que contém os componentes</i> Escovas; - Motores <i>que contém os componentes</i> Comutadores; - Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de campo; - Estator <i>produz</i> Enrolamento de campo; - Estator <i>produz</i> Fluxo magnético;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta	- Enrolamento de armadura <i>produz</i> Torque elétrico; - Enrolamento de armadura <i>produz</i> Tensão induzida; - Enrolamento de campo <i>é</i> Estator; - Escovas <i>auxiliam na</i> Comutação;
Proposição ramificada correta (Processo de construção)	- Motores <i>que contém os componentes</i> Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Estator;
Proposição ramificada parcialmente correta e incorreta (Processo de construção)	- Motores <i>se</i> Campo magnético;
Proposição reconciliada correta	- Enrolamento de armadura <i>distorce o</i> Fluxo magnético;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a *proposição parcialmente correta*, o professor instrutor apresentou sugestão para uma possível correção. Vejamos as sugestões de correção na Tabela M.19.

Tabela M.19: Sugestão de correção, feita pelo professor, da proposição indicada como parcialmente correta referentes a Tabela M.18.

Proposição do mapa do aprendiz	Legenda	Proposição corrigida pelo especialista
- Enrolamento de armadura <i>produz</i> Tensão induzida;	PRaPC ₁	- Enrolamento de Armadura <i>produz</i> Tensão induzida na máquina CA assíncrona;
- Enrolamento de campo <i>é</i> Estator;	PRaPC ₂	- Enrolamento de campo <i>pode ser</i> Estator;
- Escovas <i>auxiliam na</i> Comutação;	PRaPC ₂	- Escovas <i>processo de</i> Comutação;
- Motores <i>se</i> Campo magnético;	PRaPC ₂	- Motores <i>tem</i> Campo magnético;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as proposições a seguir, o professor instrutor não conseguiu apresentar uma sugestão para a sua correção. São elas:

<Enrolamento de armadura *produz* Torque elétrico>

Tabela M.20: Comparação entre o mapa conceitual com os conhecimentos prévios (Figura M.5) e o mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6).

Categorias de proposições	Descrição
Inserção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6)	- Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Quantidade de polos; - Motores <i>que contém os componentes</i> Escovas; - Motores <i>que contém os componentes</i> Comutadores; - Motores <i>que contém os componentes</i> Enrolamento de campo; - Estator <i>produz</i> Enrolamento de campo; - Estator <i>produz</i> Fluxo magnético;
Inserção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6)	- Enrolamento de armadura <i>produz</i> Torque elétrico; - Enrolamento de armadura <i>produz</i> Tensão induzida; - Enrolamento de campo <i>é</i> Estator; - Escovas <i>auxiliam na</i> Comutação;
Inserção correta de proposição reconciliada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6)	- Enrolamento de armadura <i>distorce o</i> Fluxo magnético;
Remoção correta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6) (Processo de construção)	- Motores <i>que contém os componentes</i> Armadura; - Motores <i>que contém os componentes</i> Estator;
Remoção parcialmente correta e incorreta de proposição ramificada no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6) (Processo de construção)	- Motores <i>se</i> Campo magnético;
Proposição correta ramificada mantida no mapa de conhecimentos recém adquiridos (Figura M.6)	- Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Estáticas; - Máquinas elétricas <i>são classificadas</i> Rotativas; - Rotativas <i>compõem os</i> Motores; - Rotativas <i>compõem os</i> Geradores;

Fonte: Elaborado pelo autor.

M.0.3.2 Avaliação Qualitativa - Conhecimentos Prévios × Recém Adquiridos

A partir do nosso modelo da Seção 5.1 e da análise do mapa de conhecimentos prévios comparado com o mapa de conhecimentos recém adquiridos é possível apontar se há indícios de aprendizagem mecânica e significativa.

- **Indícios de aprendizagem mecânica:** Os mapas entre o conhecimento prévio e o conhecimento recém adquirido mostram que há indícios de aprendizagem mecânica uma vez que atende ao item (iii), critério 2: há adição de novos conceitos, porém não há adição de novas relações entre conceitos. E ao item (iv), critério 4: há proposições ramificadas identificadas por meio do processo de construção.
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Correta Inserida)**
 - * Motores *que contém os componentes* Enrolamento de Armadura
 - * Motores *que contém os componentes* Quantidade de polos
 - * Motores *que contém os componentes* Escovas
 - * Motores *que contém os componentes* Comutadores
 - * Motores *que contém os componentes* Enrolamento de campo
 - * Estator *produz* Enrolamento de campo
 - * Estator *produz* Fluxo magnético
 - **Critério 2: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta Inserida)**
 - * Enrolamento de armadura *produz* Torque elétrico
 - * Enrolamento de armadura *produz* Tensão induzida
 - * Enrolamento de campo *é* Estator
 - * Escovas *auxiliam na* Comutação
 - **Critério 4: (Proposição Ramificada Correta - Processo de Construção)**
 - * Motores *que contém os componentes* Armadura
 - * Motores *que contém os componentes* Estator
 - **Critério 4: (Proposição Ramificada Parcialmente Correta - Processo de Construção)**
 - * Motores *se* Campo magnético
- **Indícios de aprendizagem significativa:** Há indícios de aprendizagem significativa, uma vez que atende ao item (iii), critério 3 (parcialmente): dois conceitos recém-adquiridos foram relacionados, porém não há novas relações entre conceitos que são do primeiro para o segundo mapa.

Item (iii):

- **Critério 3: (Proposição Reconciliada Correta Inserida)**
 - * Enrolamento de armadura *distorce o* Fluxo magnético

Apêndice

N

**ONTOLOGIA SOBRE CONVERSÃO
ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA - ESTUDOS DAS
MÁQUINAS ELÉTRICAS ROTATIVAS SÍNCRONAS**

1. **Conceitos:** {Máquinas Elétricas, Máquinas universais, Máquinas assíncronas, Máquinas síncronas, Transformadora, Geradora, Motora, Energia mecânica em elétrica CA, Energia elétrica CA em mecânica, Monofásico (pequeno porte), Trifásico (grande porte), Corrente Contínua (CC), Corrente Alternada (CA), Residência e comércio, Liquidificador, Cortador de grama, Máquina de lavar roupas, Refrigerador, Indústria, Fábricas de papel, Bombas d' água, Ventilador, Compressor, Fábricas têxteis, Máquinas de indução, Rotor, Corrente de campo induzida, Motor de indução, Polos, Saliente, Liso, Campo magnético estático, Fonte de potência de corrente contínua (CC), Corrente contínua separada, Histerese, Relutância, Ímã permanente, Rotor bobinado, Bobinado, Gaiola de esquilo, Campo magnético dinâmico, Trifásico, Monofásico, Três fases, Uma fase, Capacitor de partida, Fase dividida, Polos sombreados, Duplo capacitor, Capacitor permanente, Baixo custo de aquisição, Baixo custo de manutenção, Torque de partida não nulo, Robustez, Controle de velocidade difícil, Corrente de partida elevada, Fator de potência baixo (sempre indutivo), Dissipador, Torque negativo, Torque positivo}.
2. **Relações binárias:** {<Máquinas Elétricas r_1 Máquinas universais>, <Máquinas Elétricas r_2 se divide em Máquinas assíncronas>, <Máquinas Elétricas r_3 Máquinas síncronas>, <Máquinas Elétricas r_4 Transformadora>, <Máquinas Elétricas r_5 Geradora>, <Máquinas Elétricas r_6 Motora>, <Geradora r_7 Energia mecânica em elétrica CA>, <Motora r_8 Energia elétrica CA em mecânica>, <Motora r_9 Monofásico (pequeno porte)>, <Motora r_{10} Trifásico (grande porte)>, <Motora r_{11} Corrente Contínua (CC)>, <Motora r_{12} Corrente Alternada (CA)>, <Monofásico (pequeno porte) r_{13} Residência e comércio>, <Residência e comércio r_{14} Liquidificador>, <Residência e comércio r_{15} Cortador de grama>, <Residência e comércio r_{16} Máquina de lavar roupas>, <Residência e comércio r_{17} Refrigerador>, <Trifásico (grande porte) r_{18} Indústria>, <Indústria r_{19} Fábricas de papel>, <Indústria r_{20} Bombas d' água>, <Indústria r_{21} Ventilador>, <Indústria r_{22} Compressor>, <Indústria r_{23} Fábricas têxteis>, <Máquinas assincronas r_{24} Máquinas de indução>, <Máquinas de indução r_{25} Rotor>, <Máquinas de indução r_{26} Corrente de campo induzida>, <Máquinas de indução r_{27} Motor de indução>, <Rotor r_{28} Polos>, <Polos r_{29} Saliente>, <Polos r_{30} Liso>, <Rotor r_{31} Campo magnético estático>, <Campo magnético estático r_{32} Fonte de potência de corrente contínua (CC)>, <Fonte de potência de corrente contínua (CC) r_{33} da Corrente contínua separada>, <Rotor r_{34} Histerese>, <Rotor r_{35} Relutância>, <Rotor r_{36} Ímã permanente>, <Rotor r_{37} Rotor bobinado>, <Rotor r_{38} Bobinado>, <Rotor r_{39} Gaiola de esquilo>, <Rotor r_{40} Corrente de campo induzida>, <Corrente de campo induzida r_{41} Campo magnético dinâmico>, <Bobinado r_{42} Trifásico>, <Bobinado r_{43} Monofásico>, <Trifásico r_{44} Três fases>, <Monofásico r_{45} Uma fase>, <Gaiola de esquilo r_{46} Capacitor de partida>, <Gaiola de esquilo r_{47} Fase dividida>, <Gaiola de esquilo r_{48} Polos sombreados>, <Gaiola de esquilo r_{49} Duplo capacitor>, <Gaiola de esquilo r_{50} Capacitor permanente>, <Motor de indução r_{51} Baixo custo de aquisição>, <Motor de indução r_{52} Baixo custo de manutenção>, <Motor de indução r_{53} Torque de partida não nulo>, <Motor de indução r_{54} Robustez>, <Motor de indução r_{55} Controle de velocidade difícil>, <Motor de indução r_{56} Corrente de partida elevada>, <Motor de indução r_{57} Fator de potência baixo (sempre indutivo)>, <Motor de indução r_{58} operado com Dissipador>, <Motor de indução r_{59} operado com Torque negativo>, <Motor de indução r_{60} operado com Torque positivo>, <Máquinas assíncronas r_{61} Motora>, <Máquinas assíncronas r_{62} Geradora>, <Máquinas síncronas r_{63} Motora>, <Máquinas síncronas r_{64} Geradora>, <Máquinas de indução r_{65} como Motora>, <Máquinas de indução r_{66} como Geradora>, <Máquinas de indução r_{67} Fonte de potência de corrente contínua (CC)>, <Máquinas síncronas r_{68} Rotor>, <Histerese r_{69} Monofásico> <Relutância r_{70} Monofásico> <Ímã permanente r_{71} Monofásico> <Histerese r_{72} Trifásico> <Relutância r_{73} Trifásico> <Ímã permanente r_{74} Trifásico> }.
3. **Semântica das relações:** $r_1, r_2, r_3, r_{11}, r_{12}, r_{38}, r_{39}$: {se divide em, dividido em}, $r_4, r_5, r_6, r_{34}, r_{35}, r_{36}, r_{37}$: {classificada como, classificado como}, r_7, r_8 : {converte}, $r_9, r_{10}, r_{29}, r_{30}, r_{42}, r_{43}, r_{46}, r_{47}, r_{48}, r_{49}, r_{50}, r_{58}, r_{59}, r_{60}, r_{69}, r_{70}, r_{71}, r_{72}, r_{73}, r_{74}$: {pode ser do tipo, pode ser}, r_{13}, r_{18} : {utilizado em, utilizado na}, $r_{14}, r_{15}, r_{16}, r_{17}, r_{19}, r_{20}, r_{21}, r_{22}, r_{23}$: {exemplo}, $r_{24}, r_{61}, r_{62}, r_{63}, r_{64}$: {é uma, são}, $r_{25}, r_{26}, r_{28}, r_{40}, r_{44}, r_{45}, r_{68}$: {possui}, r_{27} : {referida como}, r_{31} : {precisa de}, r_{32} : {obtido pela}, r_{33} : {por meio da}, r_{41} : {cria}, $r_{51}, r_{52}, r_{53}, r_{54}$: {vantagens}, r_{55}, r_{56}, r_{57} : {desvantagens}, r_{65}, r_{66} : {podem operar}, r_{67} : {não possui}.

ESTUDO DE CASO 3 - MAPA COM OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E RECÉM ADQUIRIDOS DOS APRENDIZES 1, 2, 3 E 4

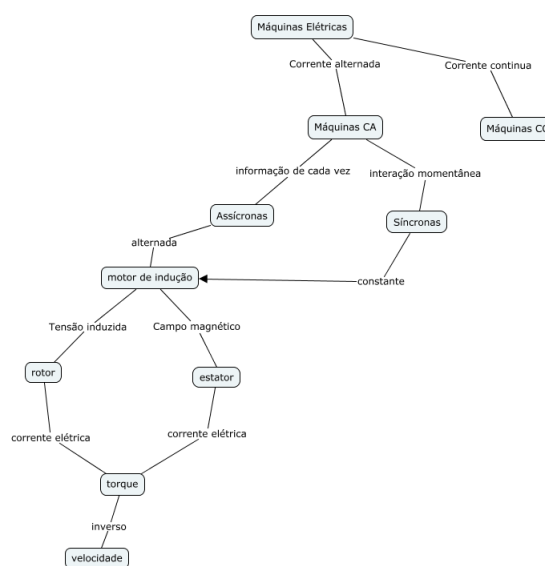


Figura O.1 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 1.

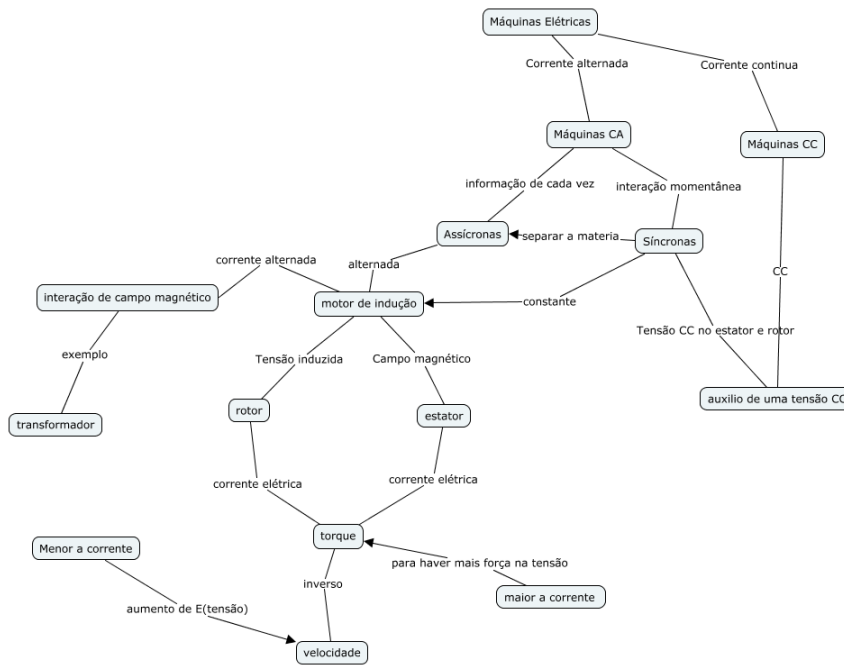


Figura O.2 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 1.

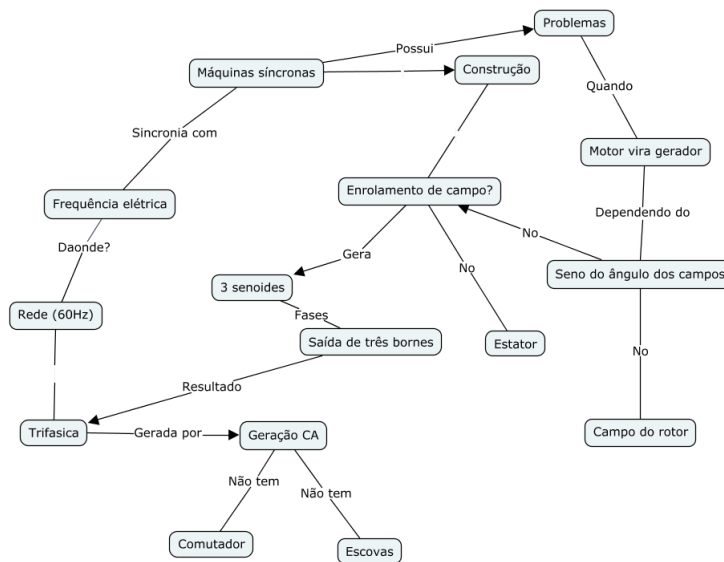


Figura O.3 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

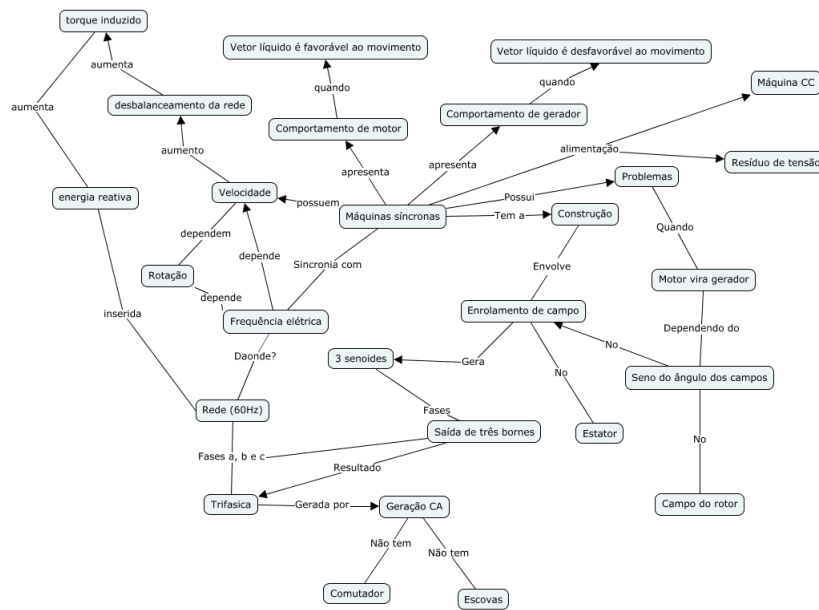


Figura O.4 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 2.

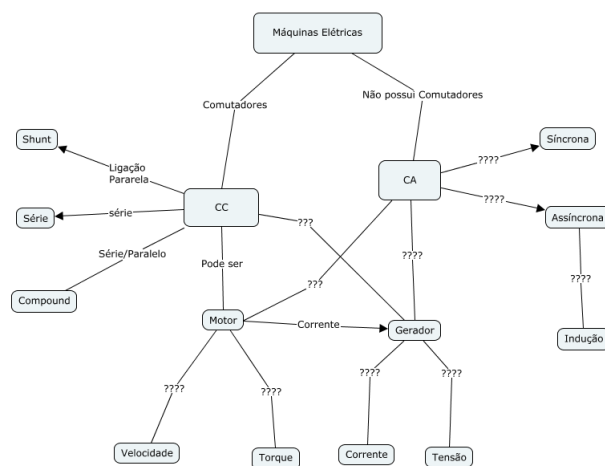


Figura O.5 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

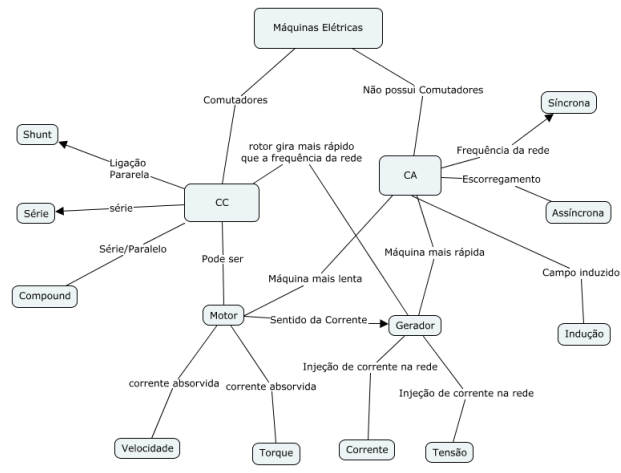


Figura O.6 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 3.

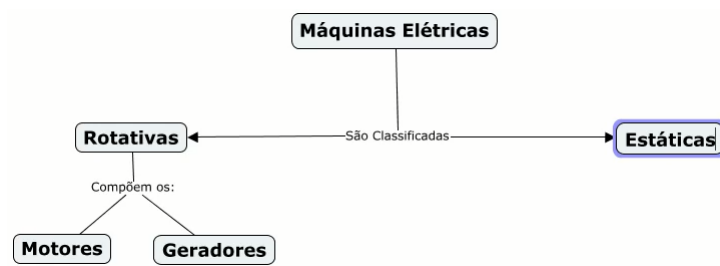


Figura O.7 Mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.

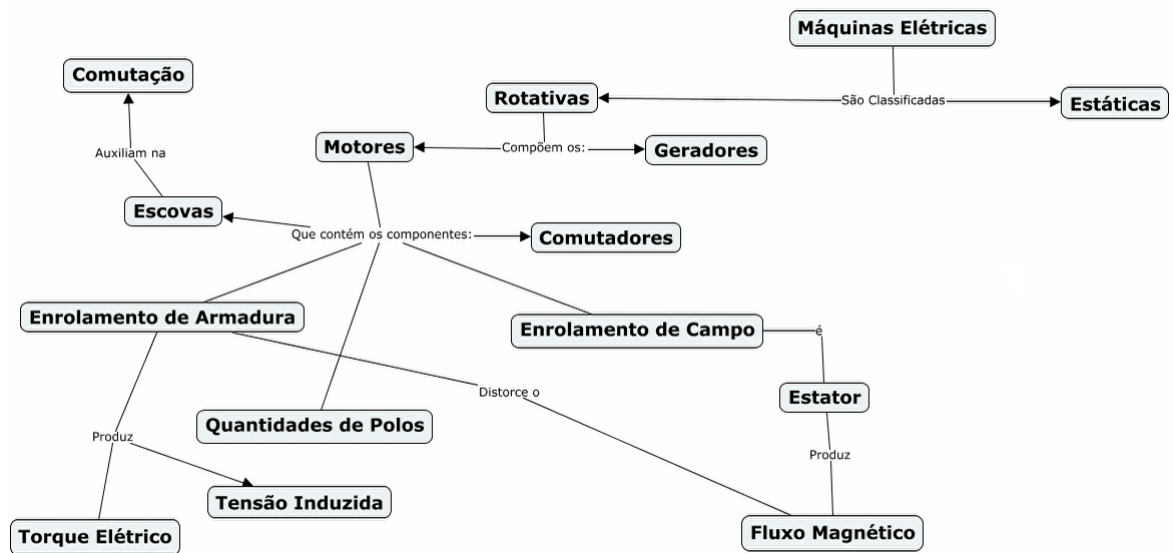


Figura O.8 Mapa conceitual com os conhecimentos recém adquiridos.

Fonte: Elaborado pelo aprendiz 4.