



UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS PARA REDUZIR A CARGA COGNITIVA EXTRÍNSECA EM LISTAS DE EXERCÍCIOS DE ELETRÔNICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3810

ALEC PICANÇO DE AZEVEDO LOPES - alecpicancolopes@id.uff.br
Universidade Federal Fluminense

Rainer Zanghi - rzanghi@id.uff.br
Universidade Federal Fluminense

Resumo: Este artigo apresenta uma análise de uma metodologia proposta e aplicada em um projeto de monitoria de uma Universidade. Esta metodologia foi utilizada para reduzir a carga cognitiva extrínseca em listas de exercícios de uma disciplina de Eletrônica Digital. O método adotado consiste na reformulação de atividades avaliativas formativas, identificando a correspondência dos conteúdos aos objetivos de cada unidade temática. Para determinar a aderência aos conceitos, o mapeamento destas atividades foi realizado com o auxílio de mapas conceituais. O mapa conceitual se revelou uma excelente ferramenta para identificar conceitos repetidos entre exercícios, conceitos oriundos de outras disciplinas, e conceitos não abordados na disciplina de eletrônica digital. Dessa forma, a reformulação destas atividades pretende reduzir a carga cognitiva extrínseca e otimizar o tempo dedicado pelos estudantes na realização destas tarefas, buscando melhorar o aprendizado efetivo. Resultados mostrando a opinião de estudantes e de um professor são mostrados e discutidos.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Carga Cognitiva, Mapa Conceitual



UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS PARA REDUZIR A CARGA COGNITIVA EXTRÍNSECA EM LISTAS DE EXERCÍCIOS DE ELETRÔNICA

1 INTRODUÇÃO

Atualmente há uma urgente necessidade na preparação de engenheiros para a quarta revolução industrial, transformação digital com enorme impacto social e industrial. São necessários profissionais que desenvolvam as novas tecnologias digitais – como inteligência artificial, *big data*, *machine learning* e robótica avançada. Recursos humanos qualificados, flexíveis e inovadores serão cada vez mais necessários nessa corrida tecnológica. A principal dificuldade para o Brasil avançar no desenvolvimento dessa tecnologia é a falta de recursos humanos qualificados, conforme apontado por CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2021).

As disciplinas de eletrônica oferecidas nos cursos de engenharia elétrica permitem desenvolver habilidades que constituem os fundamentos do conhecimento tecnológico, desempenhando um papel importantíssimo no preparo deste profissional. Além disso, essas disciplinas irão fornecer a base de conhecimento de várias disciplinas subsequentes da graduação em engenharia.

Oferecidas utilizando ensino remoto ou híbrido, estas disciplinas podem utilizar recursos online das Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), para atividades avaliativas formativas e somativas. Neste cenário, a carga cognitiva extrínseca (SWELLER, 2003 apud GOMES, 2011) corresponde ao esforço cognitivo dos estudantes que não está ligado ao conteúdo e não interfere positivamente no processo ensino-aprendizagem.

Neste projeto, o monitor de um curso de graduação em engenharia elétrica desenvolveu e aplicou, juntamente com o orientador, uma metodologia de reformulação de atividades avaliativas formativas que busca reduzir a carga cognitiva extrínseca através do uso de mapas conceituais. Ao otimizar o tempo dedicado pelos estudantes nas atividades e pelo docente no processo de avaliação, busca-se potencializar a aprendizagem efetiva. O resultado da metodologia aplicada é analisado por meio de relato de impressões do docente e formulário preenchido pelos alunos sobre suas percepções e constatações sobre as atividades reformuladas.

Este trabalho busca contribuir no tema de redução da carga cognitiva extrínseca nos processos de ensino-aprendizagem propondo uma metodologia que utiliza mapas conceituais na revisão de atividades avaliativas formativas.

2 METODOLOGIA

Entende-se por carga cognitiva a quantidade de conceitos que o estudante é capaz de processar cognitivamente. O termo "cognitivo" está relacionado ao processo de aquisição de conhecimento (cognição). A cognição envolve fatores diversos como o pensamento, a linguagem, a percepção, a memória, o raciocínio, que fazem parte do desenvolvimento intelectual do indivíduo (SANTOS *et al.*, 2020).

A Teoria da carga cognitiva (TCC) analisa a capacidade do ser humano em processar diversas informações simultaneamente (SWELLER, 2003). A carga cognitiva

extrínseca corresponde ao esforço cognitivo dos estudantes que não está ligado ao conteúdo e não interfere positivamente no processo ensino-aprendizagem.

Como visto em GOMES (2011), "a carga cognitiva externa¹ pode ser reduzida por parte de quem elabora o material didático se houver um cuidado em atender aos conselhos incluídos nos princípios da TCC [...]". Desta forma, para que o material didático tenha um impacto positivo na aprendizagem significativa, é necessário avaliar a sua composição para que atenda aos princípios da TCC.

A principal ferramenta utilizada neste estudo é o mapa conceitual. Para MOREIRA (2012), mapas conceituais são diagramas simples indicando relações entre conceitos, ou entre palavras usadas para representar conceitos. Com o objetivo de promover a aprendizagem significativa, o mapa conceitual pode ser utilizado para mostrar relações entre os conceitos apresentados nas videoaulas expositivas com os exigidos na resolução de problemas em uma atividade assíncrona (e.g. lista de exercícios).

A metodologia adotada neste projeto foi aplicada em listas de exercícios de uma disciplina de Eletrônica Digital de um Curso de Graduação em Engenharia Elétrica e foi segmentada em sete etapas, ordenadas de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Etapas da metodologia aplicada na reformulação das listas de exercícios.

1. Elaboração de mapas conceituais para cada problema em uma atividade assíncrona do tipo lista de exercícios;
2. Identificação da aderência dos conteúdos aos objetivos de cada unidade temática da disciplina;
3. Identificação de repetição de conteúdo entre os exercícios;
4. Identificação de enunciados que necessitam de adequação ao jargão da disciplina;
5. Reformulação dos enunciados, em reuniões dialogadas entre monitor e orientador;
6. Implementação das atividades no ambiente virtual de ensino-aprendizagem;
7. Apuração do retorno dos discentes sobre a atividade reformulada.

Fonte: Autoria própria.

Nesta metodologia o tipo de mapa conceitual utilizado foi do tipo fluxograma. De acordo com TAVARES (2007), o mapa conceitual do tipo fluxograma é utilizado para mostrar o passo a passo de um determinado procedimento, melhorando seu desempenho. Este tipo de mapa conceitual é bastante adequado ao objetivo de descrever a sequência de conceitos necessários para a resolução de um exercício.

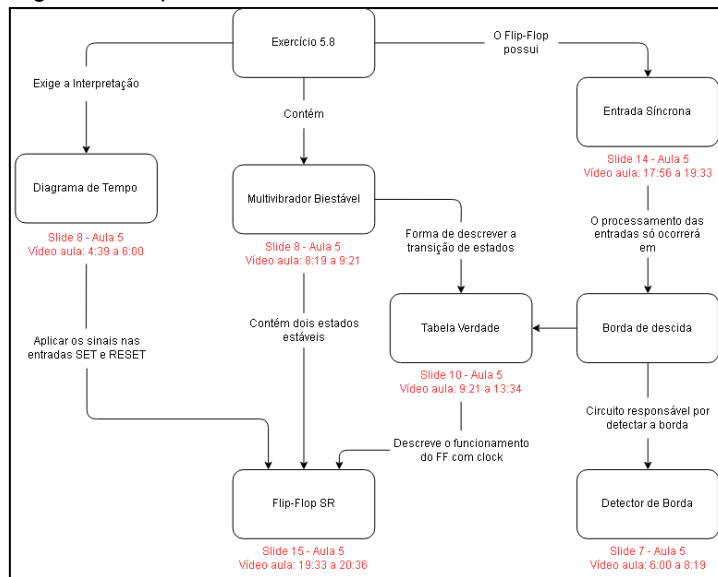
Observando como exemplo o mapa conceitual ilustrado na Figura 1 e na Figura 2, nota-se que todos os conceitos estão referenciados à aula ministrada na disciplina, assegurando que nenhum conceito externo ao que foi trabalhado em aula seja exigido.

¹ Também conhecido como carga cognitiva extrínseca.

Observa-se também que os mapas conceituais dos exercícios oito e treze da quinta unidade temática da disciplina abordam uma quantidade significativa de conceitos comuns. A única distinção entre ambos é o tipo de Flip-Flop. A partir desta análise é possível realizar uma adequação para que ambos os tipos de Flip-Flop sejam abordados em um único enunciado, reduzindo o esforço do discente.

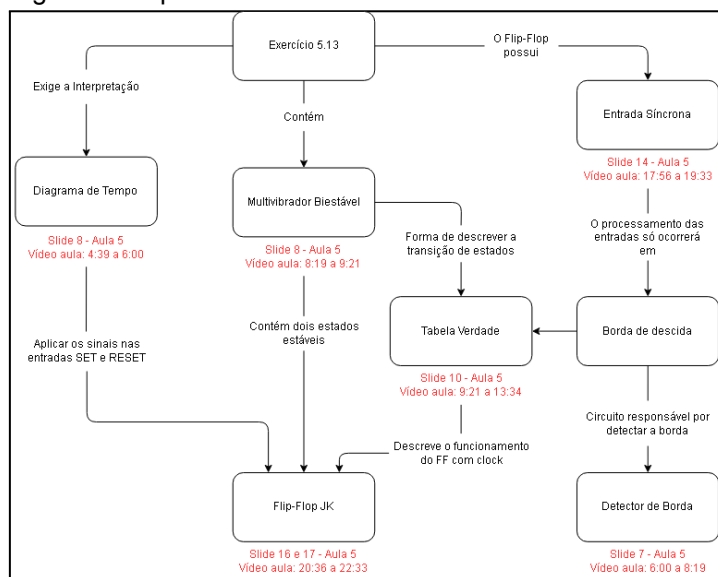
A reestruturação do enunciado a partir da aplicação da metodologia proposta ainda nos traz a possibilidade de realizar perguntas reflexivas. No caso deste exercício, um exemplo seria: "Quais características destes Flip-Flops justificam a diferença entre suas saídas?". Esta modificação exige do aluno uma análise crítica do conteúdo e contribui ainda mais para uma aprendizagem significativa.

Figura 1: Mapa conceitual do exercício 5.8.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2: Mapa conceitual do exercício 5.13.



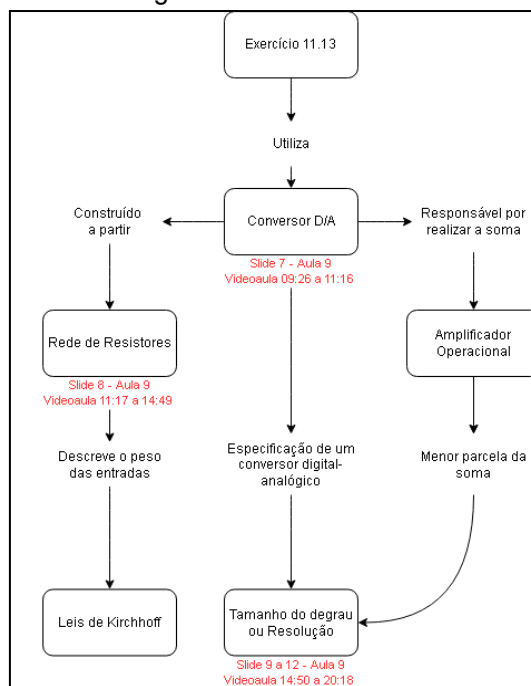
Fonte: Autoria própria.





A Figura 3 apresenta o mapa conceitual de um exercício que exige do aluno um conhecimento de amplificadores operacionais e leis de Kirchhoff. Estes conteúdos não são abordados na disciplina de Eletrônica Digital. Neste caso, o conteúdo foi mantido mas o enunciado foi ajustado para não prescindir do entendimento deste tema. A partir da elaboração do mapa, o docente percebeu a necessidade de incluir em suas aulas síncronas uma breve exposição sobre o tema.

Figura 3: Conteúdos externos à disciplina de eletrônica digital.



Fonte: Autoria própria.

A metodologia proposta no presente trabalho pode ser aplicada a um conjunto de disciplinas. Um estudo realizado por TORRES *et al.* (2018), propõe uma metodologia para integrar um conjunto de disciplinas em um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem (AVEA). Como um exemplo de modularidade da metodologia proposta, pode-se utilizá-la para se criar questões, trabalhos ou atividades que envolvam conteúdos que se inter-relacionam. Aplicando o proposto em TORRES *et al.* (2018), a atividade reformulada pela metodologia proposta por este trabalho pode ser uma avaliação somativa ou formativa para mais de uma disciplina através do AVEA.

O uso destes conceitos inter-relacionados podem servir como condição para a execução de uma atividade com o uso da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP). Segundo a OLIVEIRA *et al.* (2019), a PBL fornece aos alunos habilidades que os ajudarão em sua vida profissional, como capacidade de resolver problemas, habilidades de equipe, adaptabilidade à mudança, habilidades de comunicação, aprendizado autodirigido e habilidades de autoavaliação. O uso de uma metodologia, como a proposta neste trabalho, pode permitir o maior foco nos conceitos necessários para a solução do projeto.



3 RESULTADOS

Neste projeto foram reformuladas 11 listas de exercícios, em um total de 89 exercícios analisados. No entanto, somente cinco listas foram submetidas e avaliadas pelos discentes.

Para aferir as constatações dos discentes sobre a lista de exercícios, foi desenvolvido um formulário onde três perguntas são objetivas e outras duas são de resposta livre. As perguntas realizadas estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2: Perguntas realizadas no formulário de aferição da metodologia desenvolvida.

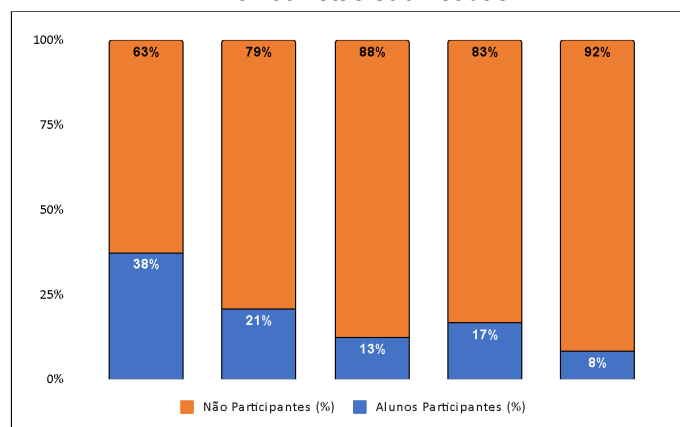
1. As questões reunidas em um arquivo torna a resolução menos cansativa?
2. Há repetição nos conteúdos abordados entre os exercícios?
3. A quantidade de exercícios está adequada?
4. Caso não seja a favor de alguma pergunta realizada anteriormente poderia nos contar o porquê?
5. O que podemos fazer para melhorar as listas de exercícios?

Fonte: Autoria própria.

O preenchimento do formulário foi opcional e a participação média por atividade dos 24 discentes de duas turmas foi de 19%. O Gráfico 1 exibe a participação dos discentes em cada lista.

Observando o Gráfico 2, que contém as respostas dos discentes avaliando o efeito do agrupamento das questões em um único arquivo, nota-se que não há nenhuma resposta negativa, e 95,5% das opiniões dos discentes foram positivas. Esse resultado indica a importância de elaborar uma lista onde os exercícios não estão dispersos em diversas páginas do livro texto.

Gráfico 1: Participação dos discentes em cada uma das cinco listas submetidas.

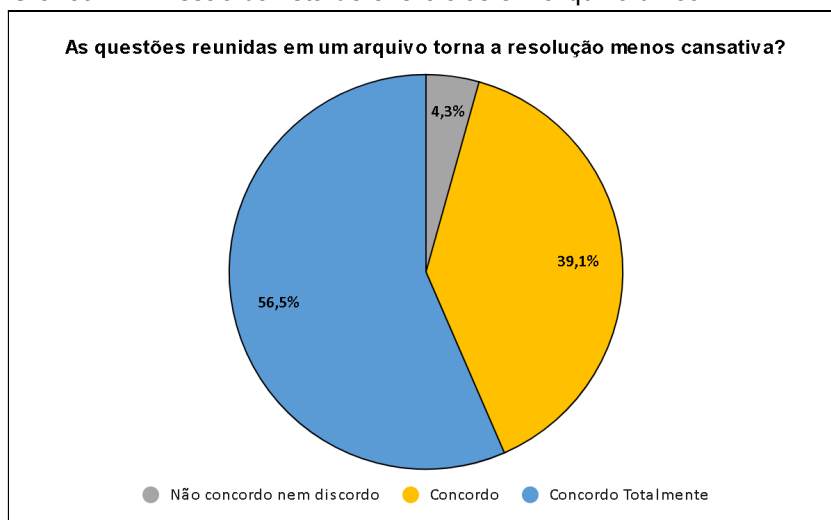


Fonte: Autoria própria.



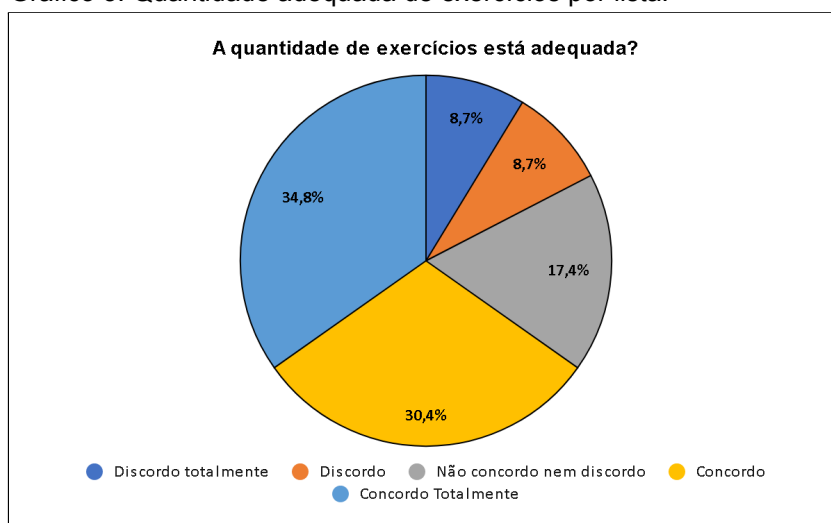
Quando se trata da quantidade de questões por lista, com uma média de oito exercícios por lista, os resultados foram mais dispersos. Contudo, ainda temos 65,2% de opiniões favoráveis e 17,4% de opiniões desfavoráveis à quantidade de questões. O Gráfico 3 expõe este resultado mais detalhadamente.

Gráfico 2: Emissão da lista de exercícios em arquivo único.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 3: Quantidade adequada de exercícios por lista.



Fonte: Autoria própria.

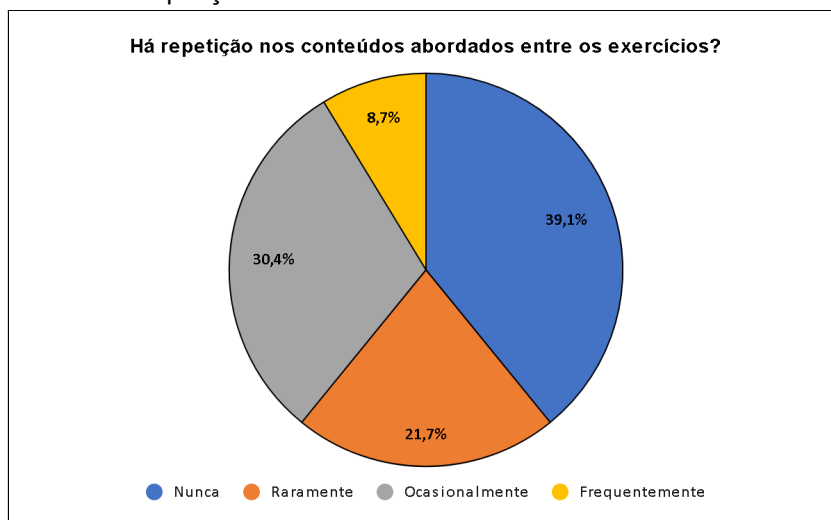
A última pergunta refere-se à quantidade de conteúdos repetidos entre os exercícios contidos na lista. Observando o Gráfico 4, nota-se que 39,1% dos discentes responderam que ocasionalmente ou frequentemente há a repetição de conteúdos. Este fato pode ser explicado pela observação de que conceitos básicos da disciplina possuem relação com muitos outros conceitos mais complexos. Fica difícil isolar esses conceitos complexos em um exercício sem envolver conceitos mais básicos. Contudo, apenas 8,7% dos discentes responderam que frequentemente há conteúdos repetidos entre os exercícios e 60,8% responderam de forma positiva a pergunta que nunca ou raramente há esta repetição.





Neste trabalho também foi avaliado o relato do docente sobre a aplicação da metodologia proposta. Foi relatado que a reformulação das listas melhorou a eficiência e a eficácia do processo de avaliação, reduzindo problemas de interpretação incorreta das questões e permitindo uma melhor articulação dos conceitos envolvidos em cada exercício. Os mapas conceituais também auxiliaram o docente na verificação se os objetivos da atividade estavam em acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades temáticas.

Gráfico 4: Repetição de conteúdo entre exercícios.



Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa conceitual se mostrou uma excelente ferramenta na identificação de conceitos em atividades do tipo lista de exercícios, permitindo uma análise minuciosa da abrangência de seus enunciados. O uso dos mapas conceituais representou um facilitador no diagnóstico das atividades, permitindo a aplicação dos princípios da TCC.

Em relação à elaboração de lista de exercícios, os resultados apresentados mostram que a metodologia adotada para reformular estas atividades contribuiu significativamente para a redução da carga cognitiva extrínseca do discente. Com essa otimização da lista de exercícios, o discente pode dedicar mais tempo na aplicação dos conceitos. Por parte do docente, foi possível reduzir o esforço avaliativo e direcionar as atividades para os objetivos propostos para as unidades temáticas.

Como trabalho futuro, esta metodologia pode ser utilizada para elaboração de avaliações formativas do tipo projeto interdisciplinar. Dessa forma, contribuirá com a formação de habilidades que ajudarão os egressos em sua vida profissional, consolidando o conhecimento de várias disciplinas envolvidas no projeto e desenvolvendo a capacidade de resolver problemas em equipe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos que colaboraram respondendo ao formulário com suas percepções da metodologia aplicada. Suas respostas foram parâmetros essenciais para a elaboração deste artigo. Também agradecem ao Programa de Monitoria





- Iniciação à Docência da Universidade Federal Fluminense pelo incentivo financeiro fornecido ao bolsista.

REFERÊNCIAS

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, et al. O futuro da formação em engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades. Brasília: CNI, 2021. 254 p.

GOMES, Estela. A Contribuição dos Princípios da Teoria da Carga Cognitiva na Aprendizagem Multimídia. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/teoriadacargacognitiva/a-contribuicao-dos-principios-da-teoria-da-carga-cognitiva-na-aprendizagem-multimedia>>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em: 20 Jan 2022.

OLIVEIRA, Greyza Maria Felix; SANTIAGO, Mônica Maria Lins; ARAÚJO, Mônica Lopes Folena. Análise do projeto pedagógico de um curso de engenharia civil face ao PBL. Revista de Ensino de Engenharia, Brasília: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, v.39, p. 66-74, 2019. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1474/882>>. Acesso em: 11 Abr, 2022.

SANTOS, Camila Fukuda Gomes; BASTOS, Izabela Patrício; PRAXEDES, Priscila Brentan. Sobrecarga cognitiva: uma reflexão sobre aplicação de metodologias ativas em disciplinas do eixo básico das engenharias. Revista de Ensino de Engenharia, Brasília: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, v.39, p. 215-222, 2020. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1643/986>>. Acesso em: 15 Jan, 2022.

SWELLER, J. Cognitive Load Theory: A Special Issue of Educational Psychologist, LEA, 2003.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 72-85, 2007.

TORRES, José Belo; MENDES, Angelita; SOUZA, Márcio Vieira. O mapeamento de conhecimentos em rede como estratégia de ensino e aprendizagem - uma visão ampliada de um ambiente virtual de aprendizagem (ava). Revista de Ensino de Engenharia, Brasília: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, v.37, n. 1, p. 13-25, 2018. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1192/803>>. Acesso em: 11 Abr, 2022.



USING CONCEPT MAPS TO REDUCE EXTRINSICAL COGNITIVE LOAD IN ELECTRONICS EXERCISE LISTS

Abstract: *This article presents an analysis of a methodology applied in a university tutoring project. This methodology was used to reduce the extrinsic cognitive load in exercise lists of a Digital Electronics class. The adopted method consists of the reformulation of formative assessment activities, identifying adherence of the contents to the objectives of each thematic unit. To determine this content adherence, the mapping of these activities was carried out using concept maps. The concept map proved an excellent tool for identifying repeated content among the exercises, content derived from other disciplines, and content not covered by the digital electronics subject. Thus, the reformulation of these activities aims to reduce the extrinsic cognitive load and optimize the time dedicated by students carrying out these activities, seeking to enhance effective learning. Results showing the opinion of students and one professor are shown and discussed.*

Keywords: *Effective Learning, Cognitive Load, Concept Map.*