

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS DE ENSINO, GESTÃO E
INOVAÇÃO

Nádia Cristina de Azevedo Melli

**O Modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da
modalidade de Educação a Distância (EaD).**

ARARAQUARA - SP

2022

NÁDIA CRISTINA DE AZEVEDO MELLI

**O Modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da
modalidade de Educação a Distância (EaD)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre (a) em Processos de Ensino, Gestão e Inovação.

Linha de pesquisa: Gestão Educacional.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mônica Pereira Pilon

FICHA CATALOGRÁFICA

M475m Melli, Nádia Cristina de Azevedo

O modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da modalidade de Educação a Distância (EaD)/Nádia Cristina de Azevedo Melli. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2022. 100f.

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação - Universidade de Araraquara-UNIARA

Orientador: Profa. Dra. Mônica Pereira Pilon

1. Modelo 4C/ID. 2. Educação a Distância (EaD). 3. Matriz de design Instrucional. I. Título.

CDU 370

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MELLI, N.C.A. **O modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da modalidade de Educação a Distância (EaD)/2022.** 101. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara-SP.

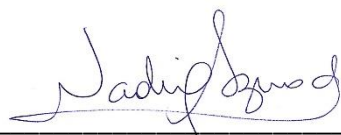
ATESTADO DE AUTORIA E DETENÇÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Nádia Cristina de Azevedo Melli

TÍTULO DO TRABALHO: O modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da modalidade de Educação a Distância (EaD)

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2022

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede à Universidade de Araraquara permissão para emprestá-la somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva os direitos de publicação sendo que nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Nádia Cristina de Azevedo Melli

Rua Arthur Dantas, 561 – Park do Imperador – Matão/SP

nc.melli@gmail.com



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS DE ENSINO,
GESTÃO E INOVAÇÃO, ÁREA DE EDUCAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de **Mestra em Processos de Ensino, Gestão e Inovação**.

Área de Concentração: **Educação e Ciências Sociais**.

NOME DO AUTOR: **NADIA CRISTINA DE AZEVEDO MELLI**.

CÓDIGO DE ALUNO: **15020-022**

Data: **22 de fevereiro de 2022**

TÍTULO DO TRABALHO: **"O Modelo 4C/ID como ferramenta estrutural no desenho de cursos da modalidade de Educação a Distância (EaD)"**.

Assinaturas dos Examinadores:

Conceito:

Profa. Dra. Mônica Pereira Pilon (orientadora)
Universidade de Araraquara – UNIARA

Aprovada Reprovada

Prof. Dr. Edmundo Alves de Oliveira
Universidade de Araraquara – UNIARA

Aprovada Reprovada

Documento assinado digitalmente
 Luciane Penteado Chaquime
Data: 02/03/2022 10:14:03:00
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Aprovada Reprovada

Profa. Dra. Luciane Penteado Chaquime
Instituto Federal de Matão - IFSP

Versão definitiva revisada pela orientadora em: 17/03/22.

Profa. Dra. Mônica Pereira Pilon (orientadora)

Ao meu querido e saudoso avô Antônio Tomás de Aquino, homem humilde, preto e gigante, a quem a vida fez um herói.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua fidelidade e cuidado.

À Profa. Dra. Mônica Pereira Pilon, pela atenção e apoio durante o processo de orientação.

RESUMO

A ampla discussão sobre as particularidades da Educação a Distância (EaD) tem despertado o interesse na investigação de metodologias e modelos que contribuam para a sua otimização no que diz respeito à aprendizagem efetiva. Neste sentido, indagações sobre a implementação de modelos educacionais, bem como a relação entre a forma de entrega do conteúdo instrucional e o processo de aprendizagem tem sido pertinentes ao cenário educacional atual. Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar os pressupostos metodológicos do modelo instrucional denominado 4C/ID e os efeitos desse modelo sobre a aquisição de competências e a aprendizagem efetiva ofertada por meio de ambientes e ferramentas digitais de aprendizagem, levando-se em consideração o processo cognitivo humano. Para isso buscou-se construir, a partir de pesquisas consolidadas sobre Design Instrucional, um referencial teórico que abordasse especificamente os conceitos constitutivos do Modelo 4C/ID, perpassando pelas teorias que o embasam, a saber, a Teoria da Sobrecarga Cognitiva e a Teoria da Aprendizagem Multimídia, bem como pelas metodologias ativas de aprendizagem que apresentam aderência com o modelo. Por utilizar contribuições de pesquisadores da área estudada, considera-se que a metodologia empregada neste trabalho é a pesquisa bibliográfica de enfoque qualitativo, uma vez que utiliza subsídios sobre a temática estudada, com o objetivo de explicar determinado problema. Constatou-se que o Modelo 4C/ID, pela sua proposta de redução da sobrecarga cognitiva, constitui-se em uma ferramenta eficiente na construção e na organização de esquemas mentais e por conseguinte, na maximização da aprendizagem efetiva produzida a partir de ambientes digitais. No que diz respeito ao produto educacional decorrente desta pesquisa, optou-se pela produção de uma Matriz de Design Instrucional de uma unidade de aprendizagem, recurso que tem como propósito servir de base para a formatação de um curso on-line direcionado a professores que atuam na modalidade de Educação a Distância, abordando os próprios conceitos do modelo citado.

Palavras-chave: Modelo 4C/ID. Educação a Distância (EaD). Matriz de Design Instrucional.

ABSTRACT

The vast discussion about the particularities of Distance Education (EaD) has aroused interest in the investigation of methodologies and models that contribute to its optimization with regard to effective learning. In this sense, inquiries about the implementation of educational models, as well as the relationship between the form of delivery of instructional content and the learning process have been relevant to the current educational scenario. Thus, this work aims to investigate the methodological assumptions of the 4C/ID instructional model and the effects of this model on the acquisition of skills and on the effective learning offered through digital learning environments and tools, taking into account the human cognitive process. For this, we sought to build, from consolidated research on Instructional Design, a theoretical framework that specifically addressed the constitutive concepts of the 4C/ID Model, passing through the theories that underlie it, namely, the Cognitive Load Theory and the Multimedia Learning Theory, as well as active learning methodologies that show adherence to the model. By using contributions from researchers in the studied area, it is considered that the methodology used in this work is the bibliographical research with a qualitative focus, since it uses subsidies on the studied theme, with the objective of explaining a given problem. It was found that the 4C/ID Model, due to its proposal to reduce cognitive overload, constitutes an efficient tool in the construction of mental schemes and, therefore, in the maximization of effective learning produced from digital environments. With regard to the educational product resulting from this research, we opted for the production of an Instructional Design Matrix of a learning unit, a resource that is intended to serve as a basis for the formatting of an online course aimed at teachers who work in the Distance Education modality, addressing the concepts of the aforementioned model.

Keywords: 4C/ID Model. Distance Education. Instructional Design matrix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do Modelo ADDIE.....	32
Figura 2 - Modelo de memória de trabalho e seus componentes	37
Figura 3 - Modelo de balanceamento das cargas cognitivas	39
Figura 4 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.....	44
Figura 5 - Modelo de design instrucional baseado em teorias de aprendizagem	50
Figura 6 - Componentes do Modelo 4C/ID	59
Figura 7 - Classes de tarefas de aprendizagem.....	72
Figura 8 - Informações de suporte.....	73
Figura 9 - Informações processuais.....	74
Figura 10 - Práticas de tarefas parciais.....	74
Figura 11 - As dez atividades de design para a aprendizagem complexa.	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os quatro componentes e os Dez Passos para a Aprendizagem Complexa.....	70
Quadro 2 - Estrutura de aulas proposta para o curso on-line.	79
Quadro 3 - Mapa de atividades	82
Quadro 4 - Matriz de Design Instrucional.....	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Preâmbulo autobiográfico.....	11
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Objetivo geral	17
1.4 Objetivos específicos.....	17
1.5 Estruturação do trabalho.....	18
2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	20
2.1 Conceituando a EaD.....	20
2.2 Cenários e contextos.....	22
3 O DESIGN INSTRUCIONAL E SEU PAPEL NA EDUCAÇÃO	25
3.1 Como tudo começou.....	27
3.2 Métodos instrucionais e elementos de mídia.....	31
4. O PROCESSO COGNITIVO HUMANO, ESTRATÉGIAS E TECNOLOGIA	34
4.1 A Teoria da Sobrecarga Cognitiva	35
4.2 A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.....	43
4.3 Modelos instrucionais.....	49
4.4 As metodologias ativas como estratégias instrucionais.....	51
5. O MODELO 4C/ID E A APRENDIZAGEM COMPLEXA	57
5.1 Componente 1: Tarefas de Aprendizagem	59
5.2 Componente 2: Informações de suporte	63
5.3 Componente 3 - Informações processuais (Just in Time).....	65
5.4 Componente 4 - Práticas de tarefas parciais.....	67
5.2. Os quatro componentes e os dez passos para a aprendizagem complexa	70
6 UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO PARA A EAD.....	78
6.1 O mapa de atividades.....	79
6.2 A Matriz de Design Instrucional	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS.....	95

1 INTRODUÇÃO

A crescente adoção da Educação a Distância (EaD) por diversas instituições educacionais nos últimos tempos tem suscitado muitas investigações, as quais procuram explicações e esclarecimentos para as mais variadas questões referentes às particularidades relacionadas a esta modalidade de ensino e aprendizagem. Os resultados gerados a partir destas pesquisas deram origem a um acervo bastante grande de análises que englobam diversos aspectos e abordagens a respeito desta modalidade educacional que vem sendo amplamente discutida no cenário educacional brasileiro. Um desses aspectos e talvez o mais mencionado, é a democratização, tanto de tempo quanto de espaço, que esta modalidade proporciona. Entretanto, embora essa democratização seja um elemento de evidência neste contexto, é necessário que haja uma preocupação com a qualidade deste ensino. É neste cenário que o presente trabalho pretende posicionar sua contribuição acadêmica. Para isso é relevante conhecer as inquietações que o motivaram e que são, em sua maioria, derivadas do percurso profissional da pesquisadora. Neste sentido, o texto a seguir busca descrever essa trajetória de forma a tornar conhecidos os fatores que motivaram esta pesquisa.

1.1 PREÂMBULO AUTOBIOGRÁFICO

Graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pela Faculdade de Tecnologia – FATEC em 1998, a intenção profissional desta pesquisadora nunca foi atuar em empresas de tecnologia, mas sim na área de Educação. Desta forma, sua primeira atuação profissional logo ao concluir a graduação foi em uma escola particular de informática, o que, mais tarde, mais precisamente em 02/2000, a levou a pleitear uma vaga de professora em uma Escola Técnica Estadual – ETEC pertencente ao Centro de Educação Tecnológica Paula Souza, no curso de Informática.

À medida que exercia suas atividades docentes, a pesquisadora dava continuidade aos seus estudos buscando a formação continuada de forma a aperfeiçoar sua prática docente. Dentro desta perspectiva, realizou alguns cursos de Pós-graduação *Lato Sensu*, como a Especialização em Informática Aplicada (2004) pela Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, o Programa Especial de Formação Pedagógica pelo Instituto Federal de Educação

Tecnológica de São Paulo – CEFET-SP (2005) e o curso de especialização em Metodologias e Gestão para Educação a Distância, pela Universidade Anhanguera-Uniderp (2012).

Em 2007 foi convidada para assumir o cargo de coordenadora técnica do curso de Informática na ETEC onde já lecionava, dividindo suas atribuições entre a coordenação e a ministração de aulas. Em 2008 foi convidada a participar do Programa TelecursoTec como orientadora de tutores. O programa foi uma parceria entre o Centro Paula Souza, a Secretaria de Educação de São Paulo e a Fundação Roberto Marinho e visava proporcionar ao estudante vinculado à Secretaria de Educação uma formação profissionalizante integrada. O projeto atingiu cerca de 50.000 estudantes e forneceu subsídios para que fosse institucionalizado o Grupo de Estudo de Educação a Distância (GEEaD), departamento pertencente ao Centro Paula Souza, responsável pela implementação de cursos técnicos de nível médio semipresenciais e a distância, bem como MOOCs (*Massive Open On-line Course*), especialização técnica e Educação de Jovens e Adultos (EJA) nas ETECs polo.

No GEEaD as funções assumidas foram inicialmente as relacionadas ao desenvolvimento do projeto instrucional e a implementação do curso semipresencial de Informática (2010/2012), perpassando pela coordenação do curso semipresencial de Eletrônica (2012/2014) e pela estruturação e coordenação do curso de Guia de Turismo na modalidade EaD (2015/2020) e finalmente culminando no convite para assumir a coordenação pedagógica do departamento de uma forma geral (2021), cargo que ocupa até o presente momento.

A conjuntura profissional apresentada consolidou-se como um dos fatores que validaram o desejo de realizar um mestrado acadêmico que estudasse o Design Instrucional e suas possibilidades nos cursos ofertados pelo GEEaD e, logo após o convite recebido pela gestão do departamento, a pesquisadora foi aprovada no programa de Mestrado em Ciências ofertado pela Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo – USP, o qual foi concluído no ano de 2010.

Além do percurso profissional traçado no Centro Paula Souza, a pesquisadora também teve a oportunidade de trabalhar paralelamente em instituições privadas de ensino superior, assumindo a função de tutora em cursos de graduação no formato on-line.

Também é relevante mencionar a participação da pesquisadora no Projeto Ciência é 10! promovido pela CAPES, cujo objetivo é dar oportunidade para professores de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental de realizar um curso de Pós-graduação *Lato Sensu* baseado no ensino por investigação. No projeto citado a pesquisadora é bolsista pela Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e atua por meio da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Sua função é participar da equipe de apoio pedagógico que assiste as universidades federais e estaduais, bem como os institutos federais das unidades federativas do país. A pesquisadora iniciou sua participação neste projeto no ano de 2019 e permanece nele até o momento de escrita deste trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

No que diz respeito aos desafios propostos pela EaD, alguns trabalhos trazem à tona uma discussão sobre as inquietações provocadas por esta modalidade educacional. Para Costa (2016), o grande desafio da EaD consiste em ser uma modalidade que permite a democratização do ensino por meio de uma proposta pedagógica consistente, reflexiva, que promova a interação e a construção do saber. Não basta transpor um modelo tradicional e postá-lo num ambiente virtual sem rever a prática pedagógica. Por isso a EaD é conceituada como uma nova modalidade de educação, o que implica em quebra de paradigmas educacionais.

Neste mesmo sentido, Moran, Masetto e Behrens (2003) reforçam a ideia de que não se trata de uma adaptação de uma pedagogia aos modelos de ensino presenciais, por meio de técnicas e de tecnologias educacionais, à aplicação da EaD. Trata-se de perceber as tecnologias de informação e comunicação como parte de uma revolução científica que repercute como revolução tecnológica que perturba, modifica ou transforma o modo como o homem tem acesso ao conhecimento, à apreensão e representação da sua realidade, às relações sociais e como ele se vê e interage diante dessa realidade. Pensamento compartilhado por Kenski (2003), quando afirma que a lógica e estrutura do conhecimento se altera com o advento da internet, e isto se caracteriza como demanda por novas metodologias e novas perspectivas para a ação docente.

Por outro lado, segundo Moran (2015), desafios e atividades devem ser dosados, planejados, acompanhados e avaliados com apoio de tecnologias. Os desafios bem planejados contribuem para mobilizar as competências desejadas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais.

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (MORAN, 2015, p.17).

Para Almeida (2003), utilizar a tecnologia como suporte à EaD apenas para colocar o estudante diante de informações, problemas e objetos de conhecimento pode não ser suficiente para envolvê-lo e despertar nele uma motivação pela aprendizagem. É preciso criar um ambiente que favoreça a aprendizagem significativa disponibilizando informações pertinentes de maneira organizada e que promova a interiorização dos conceitos construídos. Sendo assim, uma questão a ser considerada é se não haveria um excesso de confiança na tecnologia em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos, o que resultaria em ambientes que não favorecem a aprendizagem significativa. Este ponto pode ser indício de que um dos fatores responsáveis pela não efetividade na aquisição das habilidades e competências propostas por um determinado curso seja o design instrucional desse curso. Assim, tão importante quanto se pensar na utilização da tecnologia na educação é se atentar para o design instrucional.

De acordo com Filatro (2008), design instrucional é a ação institucional e sistemática de ensino, que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a utilização de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas, a fim de facilitar a aprendizagem humana a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos. Dessa forma, no que diz respeito à elaboração de material, acredita-se que o uso de um modelo instrucional que embase os requisitos cognitivos do estudante seja um fator importante dentro do contexto da aprendizagem significativa, uma vez que pode favorecer a liberdade em relação ao uso da tecnologia de apoio de um curso e assim evitar o equívoco mencionado por Clark e Mayer (2016). Segundo os autores, o que se tem observado atualmente na EaD é uma excessiva confiança na tecnologia em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos, o que pode resultar em uma das possíveis causas de uma aprendizagem deficitária. O conceito errôneo de que quanto mais amparado tecnologicamente for curso, mais capaz ele será de garantir uma aprendizagem efetiva é comentado pelos autores, os quais entendem que o abuso no uso de mídias pode acabar levando a uma super ou subutilização da tecnologia, de modo a não produzir aprendizagem e complementam dizendo que o cidadão que constrói o seu conhecimento é um indivíduo capaz de reconhecer a relevância das informações disponíveis e construir seus valores numa sociedade informatizada.

Grande parte desta qualidade está diretamente ligada à elaboração do material instrucional oferecido ao estudante e às metodologias utilizadas na implementação desse material, por isso, a falta de um modelo instrucional que fundamente os métodos aplicados, indica que o fato de um determinado curso ser a distância ou presencial não faz diferença quando o foco é atingir um nível ótimo de qualidade no seu design. A preocupação com a

formação efetiva das competências e habilidades requeridas é o fator impulsionador que faz com que o design mais adequado seja desenvolvido. Esta questão está alinhada ao objetivo que se pretende atingir ao utilizar as metodologias ativas, uma vez que, quando organizadas dentro desse contexto, constituem-se em fator essencial na construção de ambientes cuja proposta é colocar o aluno em uma situação de protagonismo. Nas metodologias ativas a aprendizagem se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos vivenciarão depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso (MORAN, 2015). Este conceito é compartilhado por Amarante (2015), quando afirma que o design instrucional de um curso pode ser considerado o modelo ou a forma de apresentação desse curso, seja ele virtual ou não, capaz de garantir o desenvolvimento de competências que promovam a construção do conhecimento. Envolve o uso de metodologias de ensino e aprendizagem, processos educacionais, ferramentas e recursos de comunicação interativa articuladas com metodologias e filosofias pedagógicas e de gestão.

Apesar da existência de vários modelos de design instrucional, esta pesquisa adotará o modelo instrucional 4C/ID (*Four Components/Instructional Design*) como suporte, pelo fato de este modelo apresentar características que favorecem o posicionamento do estudante como protagonista no seu processo de aprendizagem, uma vez que a sua implementação envolve a integração de conhecimentos, de competências, de atitudes e a capacidade de coordenar diferentes competências em termos qualitativos e muitas vezes a transferência do que é aprendido para novas situações (VAN MERRIËNBOER; AIRES, 2005).

No que diz respeito aos métodos instrucionais, são várias as teorias que têm a preocupação de propor formas eficazes de aplicação e que estão alinhadas ao Modelo 4C/ID. É o caso da Teoria da Carga Cognitiva, que tem como questão central o desenvolvimento de métodos e desenhos que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas (SWELLER, 2020). Alinhada a esta teoria está a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, que enfatiza a regra do aprendizado significativo, ou seja, o aprendizado que ocorre quando o estudante seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e integra com conhecimento existente na memória de longo prazo (MAYER, 2017). Embora uma quantidade significativa de pesquisas tenha por objetivo estudar as implicações das teorias da Carga Cognitiva, do Aprendizado Multimídia e do modelo 4C/ID nos cursos on-line, observa-se que a grande maioria delas tem como foco instituições

internacionais. Desta forma, a investigação dos processos cognitivos humanos, bem como da influência do modelo 4C/ID aplicados à realidade brasileira se faz pertinente, uma vez que é possível que se esteja supervalorizando a tecnologia em detrimento de modelos pedagógicos que a embasem.

Entende-se, assim, que um dos desafios permanentes da EaD consiste em adequar o uso das TICs e o projeto pedagógico na otimização do desenvolvimento dos estudantes, tentando contemplar sempre que possível, as diversas necessidades e estilos cognitivos dos aprendizes. A literatura abordada indica a necessidade de que o desenho instrucional dos cursos ofertados em ambientes digitais seja levado em consideração por ocasião de seu desenvolvimento, fazendo-se necessária a busca por novas estratégias que possam apoiar os cursos realizados na EaD, de forma que estes levem em consideração as suas especificidades. Considera-se para tanto, que o modelo 4C/ID pode constituir-se em uma dessas estratégias e que, juntamente com a demanda descrita, pode trazer contribuições para uma atualização dos modelos de cursos na modalidade a distância.

Face à natureza do problema, a metodologia adotada será de abordagem qualitativa, pois preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). No que diz respeito aos seus objetivos, classifica-se esta pesquisa como exploratória, uma vez que este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Com relação aos procedimentos técnicos, o método utilizado é a pesquisa bibliográfica, pois seu desenvolvimento se dá a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2018). Para a busca de material foi utilizado o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e as bases de dados Scopus, ERIC (*Institute of Education Sciences*) e Scielo. A escolha destas fontes de pesquisa se deu em virtude da familiaridade da pesquisadora com as plataformas e pelo fato de as bases citadas oferecerem um número considerado suficiente de trabalhos desenvolvidos na temática da pesquisa proposta.

Na coleta de dados, a partir dos critérios pré-estabelecidos, utiliza-se o método de leitura, pois, segundo Lima e Miotto (2007), é por meio dela que se podem identificar as informações e os dados contidos no material selecionado, bem como verificar as relações existentes entre eles de modo a analisar a sua consistência. Além da transcrição, é importante proceder à interpretação dos conceitos, relacionando as ideias expressas nas obras com o

problema para o qual se busca resposta, o que também pode ser entendido como um exercício de associação de ideias, comparação de propósitos, transferência de situações e capacidade de criar, tendo como critério norteador os definidos pelo próprio pesquisador. A definição de um desenho metodológico construído por meio do movimento circular ou de aproximações sucessivas torna possível que sejam realizadas inúmeras incursões ao referencial teórico e ao material coletado, permitindo um aprofundamento de conteúdos que inicialmente se apresentam inconsistentes e possibilitando, partir da reflexão baseada na análise deste material, a elaboração de um conteúdo de apoio a docentes que atuam na educação a distância.

Desta forma, com base nos pressupostos apresentados, pretende-se desenvolver também um produto educacional para correlacionar os conceitos teóricos desta pesquisa com sua aplicabilidade prática. O produto educacional em questão refere-se ao desenvolvimento de uma Matriz de Design Instrucional concernente à uma unidade de aprendizagem para um curso on-line direcionado a professores e tutores que atuam na modalidade de Educação a Distância. O conteúdo da matriz aborda conceitos e definições oriundas do Modelo 4C/ID que permitam aos docentes conhecer sua formulação e substância, utilizando, para isso, as ferramentas e estrutura do próprio modelo em si.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é investigar os pressupostos metodológicos do modelo instrucional 4C/ID e os efeitos desse modelo sobre a aquisição de competências e sobre a aprendizagem efetiva ofertada por meio de ambientes e ferramentas digitais de aprendizagem, levando-se em consideração o processo cognitivo humano.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- identificar a influência das teorias da Sobrecarga Cognitiva e da Aprendizagem Multimídia no processo cognitivo humano e na aplicação do design instrucional de cursos ofertados de forma on-line;

- analisar os processos, conteúdos e métodos propostos pelo Modelo 4C/ID e avaliar de que forma este modelo pode contribuir para o processo da aprendizagem efetiva dos aprendizes;
- investigar a relação entre o modelo 4C/ID e as estratégias e metodologias ativas de ensino e aprendizagem;

1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta pesquisa está dividida em sete seções descritas a seguir.

Na seção inicial, apresenta-se a introdução em que constam a delimitação problemática, bem como a justificativa e relevância desta pesquisa. Nesta seção, são determinados também os objetivos gerais e específicos do trabalho.

Na segunda seção é apresentado um panorama histórico sobre a EaD no mundo e no Brasil. Esta seção tem como objetivo posicionar no tempo e no espaço, e de forma sucinta, esta modalidade que vem ganhando cada vez mais notoriedade no campo da educação.

A terceira seção tem por objetivo conceituar o termo design instrucional e investigar sua associação à tecnologia educacional. Buscou-se também, averiguar em qual medida este fator interfere no cenário dos cursos on-line e na aprendizagem promovida por eles.

Na quarta seção busca-se discutir o processo cognitivo humano e as questões pedagógicas que o permeiam, no sentido de identificar a correlação entre essas questões e a forma como os seres humanos aprendem. Para isso, procura-se conceituar as Teorias da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2017) e da Sobrecarga Cognitiva (SWELLER, 2020), bem como apresentar conceitos e características das metodologias ativas de aprendizagem e que possuem aderência ao modelo estudado. Nesta seção são abordados também concepções sobre os modelos instrucionais no processo de ensino e aprendizagem.

Na quinta seção explicita-se a investigação sobre o modelo 4C/ID, suas características e seus componentes, inserindo-o na compreensão da aprendizagem complexa e relacionando-o às teorias apresentadas.

A sexta seção tem como objetivo apresentar a proposta de um produto educacional desenvolvido sob a forma de uma Matriz de Design Instrucional de uma unidade de

aprendizagem para um curso on-line, que aborda os próprios conceitos do Modelo 4C/ID, a qual foi construída com base nos pressupostos do modelo estudado.

As considerações finais validam os conceitos abordados e promovem a reflexão entre os referenciais teóricos, os textos analisados e a percepção final por meio de inferências, apontamentos e possibilidades de soluções para o design instrucional de cursos ofertados por meio da EaD.

2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A contemporaneidade traz consigo uma preocupação constante na definição e na atualização dos paradigmas educacionais, das metodologias didáticas e das práticas pedagógicas, graças à percepção da importância decisiva da educação para o desenvolvimento do país. Nesse contexto, a EaD possui um papel de grande destaque nos projetos de instituições de ensino formal, de órgãos oficiais, de educação empresarial e de outros setores interessados na educação e sua renovação. Assim sendo, a presente seção busca discutir a EaD como um fenômeno histórico, considerando os indícios de seus primeiros usos e atualização/modernização até os dias atuais.

2.1 CONCEITUANDO A EAD

Conhecida pela sigla EaD, a Educação a Distância tem sido alvo de diversas investigações que procuram explicações e esclarecimentos para as mais variadas questões referentes às particularidades relacionadas a esta modalidade de educação. Conforme afirma Mill (2018), no contexto educacional, modalidades são modos ou tipos de configuração para o ensino e aprendizagem, formas de organização administrativa, técnica, logística e pedagógica da educação. Assim, sendo a EaD uma modalidade, deve ser tratada no feminino, como a educação (e não o ensino) a distância.

Conforme disposto no art. 1º do decreto n. 9.057, de 25 de maio de 2017 (Brasil, 2017), que regulamenta o art. 80 da LDB n. 9.394/1996,

considera-se Educação a Distância a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos (BRASIL, 1996).

Esta definição é corroborada por Filatro (2008). Segundo a autora, a Educação a Distância é caracterizada pelo fato de haver uma separação espacial e temporal entre quem aprende e quem ensina. A comunicação entre alunos e tutores é indireta, mediada por recursos tecnológicos e midiáticos.

Para Chaquime e Mill (2018) é importante esclarecer pontos que influenciam, condicionam e são influenciados pela prática pedagógica a distância, os quais são elementares para que se possa definir EaD, a saber: a) a modalidade perpassa todos os níveis do sistema educacional brasileiro e pode ser articulada com outras modalidades de ensino. Embora existam diferentes formas de organização e configuração de ensinar e aprender, o termo Educação a Distância refere-se à modalidade maior, que abarca outros tipos de organização do processo de ensino e aprendizagem, tais como educação virtual, ensino on-line, educação móvel, *e-learning*, entre outros; b) a EaD é uma modalidade regulamentada no Brasil e possui, por conseguinte, bases legais que a suportam; e c) a sigla EaD, frequentemente tomada como representação dos termos aprendizagem a distância (*e-learning*) e ensino a distância, deve ser entendida como educação e não somente como ensino ou aprendizagem, em uma abordagem na qual o foco esteja na emissão de conteúdo, no professor e no ato de ensinar. Ela deve ser compreendida como educação a distância, na qual agrega-se ao termo uma visão de maior interatividade e interação entre educador e educandos, destacando mais o processo de ensino-aprendizagem, o estudante e a construção compartilhada do conhecimento possível pelas interações dialógicas entre os diferentes participantes deste processo.

Neste sentido, é importante ressaltar que, enquanto modalidade de educação, a EaD organiza-se tendo como base modelos pedagógicos representados por uma relação de ensino-aprendizagem sustentada por teorias de aprendizagem fundamentadas em campos epistemológicos diferentes (BEHAR, 2009). A autora completa dizendo que no caso da EaD, o conceito de modelo pedagógico é entendido como

um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor/aluno/ objeto de estudo. Nesse triângulo (professor, aluno e objeto) são estabelecidas relações sociais em que os sujeitos irão agir de acordo com o modelo definido (BEHAR, 2009, p. 24).

Percebe-se então, que um modelo pedagógico, sob o enfoque relacionado às estratégias educacionais, não se configura em uma estrutura inflexível. Pelo contrário, há modelos pedagógicos diferentes, dependendo dos objetivos, etapas de formação e formas de organização (de grande escala ou não). Predominam atualmente os modelos planejados previamente, que oferecem vídeos, textos atraentes, com *links*, *quizzes*, discussões, produção e avaliação em tempos certos. O grande desafio é combinar qualidade com quantidade, planejamento pedagógico estruturado e flexível, atender a muitos ao mesmo tempo e conseguir que cada um

encontre sentido e relevância podendo personalizar ao máximo o processo de aprender (MORAN, 2018).

Diante do exposto, é possível concluir que a EaD oferece inúmeras possibilidades, e procura atender às necessidades da sociedade de informação e conhecimento. A utilização de novas tecnologias e da internet na Educação a Distância, e a demanda da educação continuada crescem de forma exponencial, ocasionando a revisão dos processos educacionais e identificando a necessidade de adequação dos materiais didáticos para esta modalidade. Sendo assim, os resultados sobre esta modalidade de educação deram origem a um acervo bastante grande de análises que englobam diversos aspectos e abordagens a respeito da EaD que vem sendo amplamente discutidos no cenário educacional brasileiro. No entanto, para que se possa compreender como se delineou a linha histórica da EaD no Brasil, é preciso antes situá-la no cenário mundial, mais especificamente nos países onde se pode verificar a prática ou o ensaio de relacionamentos pedagógicos cujas características remetem àquelas observadas na EaD. Assim, o objetivo do texto apresentado a seguir é estabelecer uma breve linha do tempo com os principais fatos da história da EaD no Brasil e no mundo.

2.2 CENÁRIOS E CONTEXTOS

Segundo Nunes (2009), os primeiros registros históricos de cursos oferecidos a distância que se tem notícia foram os anúncios de aulas por correspondência ministradas por Caleb Philips em 1728 na Gazette de Boston, EUA, o curso de taquigrafia por correspondência ofertado em 1849 por Isaac Pitman na Grã-Bretanha e os cursos preparatórios para concursos públicos do Skerry's College em 1880. As universidades de Oxford e Cambridge passaram a oferecer cursos de extensão no século passado, seguidas das universidades de Chicago e de Wisconsin nos Estados Unidos. Programas de ensino por correspondência são instituídos na universidade de Queensland, na Austrália em 1910 e em 1924 é criada, por Fritz Reinhardt, a Escola Alemã por Correspondência de Negócios. Após quatro anos (1928), a BBC começa a promover cursos para a educação de adultos usando o rádio, uma das tecnologias de comunicação que mais perduraria no sistema de EaD. Atualmente, mais de 80 países, nos cinco continentes, adotam a Educação a Distância em todos os níveis, em sistemas formais e não formais de ensino, atendendo a milhões de estudantes (NUNES, 2009).

Já no que diz respeito à conjuntura brasileira, Faria e Salvadori (2010), declaram que a

evolução histórica da EaD é marcada pelo aparecimento e pela disseminação dos meios de comunicação. Os autores ainda ressaltam que esta modalidade de educação também passou pela fase da correspondência, do rádio, da televisão, até chegar à atuação conjugada de vários meios de comunicação, entre eles os favorecidos pelo uso da internet.

No que diz respeito aos registros históricos, pouco antes de 1900, já existiam anúncios em jornais de circulação no Rio de Janeiro oferecendo cursos de datilografia, ministrados por professoras particulares e realizados por correspondência. Em 1904 são instituídas as Escolas Internacionais, cujas unidades de ensino eram filiais de uma organização norte-americana presente em vários países. Os cursos oferecidos eram voltados a pessoas em busca de empregos nos setores de comércio e serviços e o ensino era realizado por correspondência (ALVES, 2009).

Com a fundação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, em 1923, tem início o segundo momento histórico da EaD: a educação via rádio.

Inúmeros programas, especialmente os privados, foram sendo implantados a partir da criação, em 1937, do Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação. Destacaram-se, entre eles, a Escola Rádio-Postal, A Voz da Profecia, criada pela Igreja Adventista em 1943, com o objetivo de oferecer aos ouvintes cursos bíblicos. O Senac iniciou suas atividades em 1946 e, logo a seguir, desenvolveu no Rio de Janeiro e em São Paulo a Universidade do Ar, que, em 1950, já atingia 318 localidades. A Igreja Católica, por meio da diocese de Natal, no Rio Grande do Norte, criou em 1959 algumas escolas radiofônicas, dando origem ao Movimento de Educação de Base. No sul do país, destaque para a Fundação Padre Landell de Moura, no Rio Grande do Sul, com cursos via rádio (ALVES, 2009, p.9).

A fase da televisão como instrumento voltado a fins educacionais inicia-se nas décadas de 1960 e 1970 (ALVES, 2009). Neste período universidades e fundações receberam diversos incentivos para a instalação de canais de difusão educacional, porém, nos canais abertos de televisão não ocorreram resultados concretos. No final da década de 1990, as emissoras foram isentas da obrigação de transmitir programas educativos o que significou um retrocesso enorme (FARIA; SALVADORI, 2010).

No que diz respeito aos computadores, sua inserção no espectro da EaD, assim como a televisão, deu-se na década de 70, por meio das universidades. Inicialmente custosos, esses equipamentos tiveram seus preços reduzidos ao longo da história e, juntamente com a internet, ajudaram a consolidar a propagação do ensino a distância para todo o sistema educativo brasileiro e mundial (ALVES, 2009).

Neste sentido, é importante ressaltar o que afirma Lapa e Belloni (2012) a respeito da importância da EaD no contexto atual. A autora destaca que novos formatos de EaD vão aparecendo, relacionados com as tecnologias que vão surgindo e é natural que sejam incorporadas novas possibilidades tecnológicas cujas potencialidades comunicacionais apontam para novos tipos de configuração da aprendizagem, mais abertas e flexíveis. Desta forma a compreensão da EaD precisa considerar o momento histórico e sua tecnologia específica, sem, contudo, redefinir o conceito a cada inovação tecnológica.

3 O DESIGN INSTRUCIONAL E SEU PAPEL NA EDUCAÇÃO

Por se tratar do conceito mais abrangente do qual este trabalho trata, é importante esclarecer e conceituar o termo “design instrucional” de forma que o entendimento dos demais conceitos discutidos no decorrer desta pesquisa seja efetivo. Assim, iniciamos com a definição trazida por Filatro (2008), a qual conceitua design instrucional como um processo (conjunto de atividades) de identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para esse problema.

Araújo e Neto (2010) complementam a discussão destacando que, no Brasil, recentemente adotado pelos especialistas das teorias educacionais, o conceito de design instrucional surge como uma ação intencional e sistemática de ensino dentro de uma abordagem transdisciplinar com as demais áreas do conhecimento. Para os autores, esse movimento utiliza as TICs com a finalidade de alcançar os objetivos propostos, motivando o desenvolvimento de capacidades e habilidades de indivíduos que participam das comunidades de aprendizagem por meio das diferentes mídias. No que diz respeito à relação entre o design instrucional e as TICs, é importante considerar a linha de pensamento de Reiser (2001), a qual pressupõe que o movimento instrucional utiliza as tecnologias de informação e comunicação para alcançar os objetivos propostos, motivando o desenvolvimento de capacidades e habilidades de indivíduos que participam das comunidades de aprendizagem virtuais. Ainda segundo esse autor, o design instrucional e tecnológico engloba seis elementos: análise, concepção, desenvolvimento, implementação, avaliação e a gestão da aprendizagem como um todo. As práticas que orientam o design envolvem a utilização de meios de comunicação para fins de instrução e a concepção e utilização sistemática de procedimentos instrucionais. Essa visão sobre design é mais ampla que a tecnologia instrucional, pois não está associado exclusivamente ao uso das mídias na instrução (computadores, vídeos, cd-rom, softwares etc.), mas transcorre de forma integrada desde o processo de concepção, desenvolvimento, implementação, até a avaliação e gestão dos recursos (mídias e tecnologias) destinados à melhoria da aprendizagem em ambientes educacionais (ARAÚJO; NETO, 2010).

Assim entende-se que, de uma forma geral, o design instrucional engloba as atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais no processo de ensino-aprendizagem. Sua importância se torna evidente diante do fato de que este processo instrucional acompanha o estudante desde a apresentação das informações iniciais até a avaliação final, passando por diversas fases intermediárias na vida acadêmica deste estudante.

Por este motivo, muitos pesquisadores, educadores e psicólogos têm se dedicado ao estudo do design de cursos, tendo como objetivo a aprendizagem efetiva desses cursos.

Considerando as atividades ou fases que o compõem, torna-se evidente que a abrangência do design instrucional vai além dos limites da EaD. Este conceito, herdado da educação tradicional, está atrelado às formas de aprimoramento e aumento da qualidade do design no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, com o surgimento das tecnologias da informação e comunicação e sua associação a este o processo, surge também a necessidade de adequação às possibilidades geradas por essa tecnologia, que se traduzem em novas estratégias e metodologias didáticas. É importante ressaltar que esta conjunção chama a atenção para o fato de que estas novas metodologias requerem dos estudantes boa dose de disciplina para que os objetivos educacionais sejam alcançados.

No que diz respeito ao entrosamento entre os métodos instrucionais e a tecnologia envolvida neste processo, há que se considerar os limites de atuação apontados por Reiser (2001). Segundo o autor, duas práticas formam o cerne do campo do design e tecnologia instrucional: a) O uso de mídias para propósitos instrucionais e b) a utilização de procedimentos sistemáticos de design instrucional. É importante ressaltar que, por mídia instrucional pode-se entender o meio físico pelo qual instruções são apresentadas, como um professor, computador ou qualquer aparato capaz de transmitir informações aos estudantes.

Questões como a supervalorização da tecnologia e a falta de um modelo instrucional que embase os métodos aplicados, indicam que o fato de um determinado curso ser a distância ou presencial não faz diferença quando o foco é atingir um nível ótimo de qualidade no seu design. A preocupação com a formação efetiva das competências e habilidades requeridas é o fator impulsionador que faz com que o design mais adequado seja desenvolvido. Como processo evolutivo, a busca pela qualidade e preocupação com a melhoria do processo de ensino-aprendizagem é influenciada por fatores que vão além da incorporação das TICs ao ensino e à aprendizagem. As transformações socioeconômicas, políticas e culturais das últimas duas décadas colocam em xeque currículos e prioridades educacionais, estilos de pedagogia e andragogia e a própria institucionalização do ensino, impelindo a uma nova lógica de ensino (FILATRO, 2008).

Para Falcade et al. (2016), a organização dos recursos pedagógicos e dos conteúdos a serem estudados pode influenciar a forma com que o estudante assimilará determinado saber, podendo a aprendizagem acontecer mais facilmente quando essa organização ocorre de acordo com as características do aluno.

Para uma melhor compreensão das questões atuais concernentes ao design instrucional, faz-se necessária uma abordagem no que diz respeito à sua evolução histórica. Esta abordagem é importante no sentido de promover um posicionamento de ideias, conceitos e visões relativos ao campo do design instrucional e o texto a seguir tem o objetivo de apresentar estes conceitos.

3.1 COMO TUDO COMEÇOU

Segundo Kenski (2018), não foram os aparatos tecnológicos que introduziram o design instrucional no contexto educacional, sua origem é bem mais antiga do que isso. A autora cita o ano de 1920 como o momento em que o anseio social deu origem à demanda por profissionais competentes para o mercado de trabalho. Nessa época surgem elementos que marcariam a história, como por exemplo, a máquina de ensinar de Sidney Pressey, que oferecia exercícios e práticas para os alunos, mediante o acompanhamento de seu professor.

Nos anos de 1940, a segunda grande guerra marca o início dos procedimentos do design instrucional por representar um enorme desafio na época. Neste período, psicólogos e educadores americanos foram chamados para participar e conduzir pesquisas, bem como desenvolver materiais para treinamento direcionado ao serviço militar. Milhares de soldados tinham de ser treinados de forma a estarem aptos para a utilização de armamentos sofisticados e estratégias de combate. Os designers instrucionais, que neste momento passaram a ser figuras imprescindíveis, empregaram nesta tarefa muito da sua experiência com princípios instrucionais derivados de pesquisas em comportamento humano. Tecnologias audiovisuais e material impresso foram planejados e produzidos para garantir a aprendizagem massiva do contingente. Após a guerra, muitos psicólogos continuaram o trabalho na área de resolução de problemas instrucionais. Em 1956, um grupo coordenado por Benjamin Bloom publica a Taxionomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo reforçando o conceito de ensino planejado. Nesta época surge também o movimento de instrução programada com a apresentação de três máquinas de ensinar: a de Skinner, a de Pressey e a da IBM (KENSKI, 2018).

O primeiro movimento que marca a história do design instrucional, o movimento de instrução programada, inicia-se na segunda metade dos anos 50 e vai até os anos 60. Esse movimento teve em Skinner seu mais importante colaborador. Suas ideias expostas em artigos deram origem ao que se chamou de revolução menor no setor educacional. Skinner descreveu suas ideias a respeito dos requisitos para favorecer o aumento da aprendizagem humana e as

características desejáveis de materiais instrucionais eficientes além de afirmar que este material, chamado de material instrucional programado deveria oferecer a instrução em pequenas partes, requerer respostas claras, dar um retorno imediato e permitir ao estudante a autoestimulação (REISER, 2001).

Para Filatro (2008), a obra de Burrhus Frederic Skinner, publicada em 1954 e intitulada “*The science of learning and the art of teaching*”, é considerada por muitos o ponto de partida do design instrucional moderno, dada a descrição da instrução programada e sua ênfase na formulação de objetivos comportamentais, o segundo movimento que marcaria a história do design instrucional. Ocorrido na década de 60, a popularização dos objetivos comportamentais surgiu da necessidade do delineamento dos objetivos específicos que os estudantes que usavam o material deveriam atingir. Nesta época surgiram nomes como Robert Mager, que reconheceu a necessidade de incentivar os educadores a estabelecer um comportamento desejado dos estudantes, as condições sob as quais esses comportamentos são desenvolvidos e os modelos (critérios) pelos quais os comportamentos são julgados (MAGER, 1962). Os critérios propostos pelo autor ainda são citados por estudiosos do design instrucional.

Embora Mager tenha sido uma figura bastante expressiva, outros nomes também devem ser citados no campo dos objetivos comportamentais por defenderem o uso de objetivos claramente especificados. São eles: Bobbit, Charters e Burk (GAGNÉ, 1965). O próprio Gagné teve participação em importantes eventos na história do design instrucional, como o que ocorreu em 1965, com a publicação da primeira edição de “*The conditions of Learning*”. Neste livro, traduzido para o português com o título de “*As condições da aprendizagem*”, o autor defende a existência de distintos tipos e níveis de aprendizagem indicando que cada um deles requer um tipo diferente de instrução (KENSKI, 2018).

Gagné descreve ainda cinco domínios ou tipos de objetivos de aprendizagem, que são: a) informações verbais, b) habilidades intelectuais, c) habilidades psicomotoras, d) atitudes e e) estratégias cognitivas, sendo que cada um destes itens necessita de um conjunto específico de condições para promover o aprendizado. O autor descreveu ainda, quais eventos instrucionais eram particularmente cruciais para os tipos de objetivos e discutiu as circunstâncias sob as quais eventos em particular deveriam ser excluídos. O trabalho de Gagné na área de hierarquia de aprendizagem também teve grande importância no campo do design instrucional. Este trabalho indicava que uma habilidade dentro de um domínio de habilidades intelectuais tem uma relação hierárquica com outras habilidades. Este conceito declara que para aprender a desempenhar uma habilidade hierarquicamente superior, é necessário primeiro dominar as habilidades subordinadas a ela. Este processo ficou conhecido como processo de análise hierárquica ou

análise instrucional de tarefas. Paralelamente aos trabalhos de Gagné nos EUA, Douglas Seymour desenvolveu um trabalho voltado especificamente para as habilidades necessárias para o trabalho nas indústrias de manufatura. Baseado em pesquisas da área, o autor faz uma distinção bem clara entre habilidades simples e repetitivas que podem ser facilmente desenvolvidas por processos de repetição e condicionamento, e habilidades mais complexas que envolvem tomada de decisões entre alternativas e certo grau de criatividade. Estas habilidades precisam de abordagens de ensino e aprendizagem que levem em conta os processos cognitivos envolvidos na sua execução (ROMISZOWSKI; ROMISZOWSKI, 2005).

O terceiro movimento que marca a história do design instrucional é a modificação na forma de avaliação do processo de elaboração de materiais instrucionais. Segundo Reiser (2001), o termo “avaliação formativa”, embora já tivesse surgido no conceito de outros educadores, foi oficialmente inventado por Michael Scriven em 1967, e se referia à avaliação formativa remetendo aos estudos de Cronbach em no qual este afirmava que a avaliação utilizada para melhorar o curso durante seu andamento contribuía mais para a melhoria da educação do que uma aplicada após o produto já estar no mercado. Scriven (1967) utilizou-se desta ideia propondo, assim, a avaliação formativa como um instrumento no qual o professor estaria altamente engajado na melhoria de seu material. Desta forma, aplicando testes e validando o andamento das aprendizagens durante o desenrolar do curso poderia colher subsídios para sua melhoria (DUTRA; TAROUCO; PASSERINO, 2008).

Entre 1940 e 1950, muito pouco dos processos e materiais instrucionais produzidos foram submetidos à avaliação formativa. Essa situação teve alguma mudança entre 1950 e 1960, mas nesta época os processos ainda não apresentavam um rigor em suas avaliações. Foi Susan Markle quem estabeleceu procedimentos detalhados para a avaliação tanto durante, quanto após o processo de design. Estes procedimentos são bastante parecidos com as técnicas de avaliações formativas e somativas utilizadas atualmente (REISER, 2001).

No que diz respeito ao contexto brasileiro, segundo Kenski (2018), o termo design instrucional em português é polêmico em virtude de, para algumas pessoas, estar associado ao conceito de educação tecnicista. Na realidade o termo *instrucional* relaciona-se com ensino e com a ação realizada pelos professores nas salas de aula de todos os níveis de escolarização. Já a palavra *design* tem a conotação de desenho, sendo mais corretamente compreendido em português como *projeto*, o qual, juntamente com a termo *instrucional*, assume a compreensão de *projeto de ensino*. Na literatura o design instrucional tem como correlatos os termos design educacional, projetista instrucional, desenhista instrucional e projetista educacional.

Apesar de o design instrucional possuir características gerais que o definem, é possível que o meio em que está inserido atue como elemento de modificação, adequando os processos à realidade regional. Esta situação de adequação é verificada no cenário educacional brasileiro quando são apresentadas as particularidades definidas a partir do enfoque tecnológico adotado, das práticas específicas da EaD e do nível educacional a que será aplicado, além é claro, do contexto social. Para que seja possível um delineamento do design instrucional referente à EaD praticada no Brasil, faz-se necessário o conhecimento dos termos e visões relacionados ao design instrucional no que diz respeito às práticas nacionais. Uma dessas práticas é a junção dos termos design instrucional e mídia instrucional de forma indissociável, como se fossem não complementos um do outro, mas sim uma abordagem única. Esta visão, bastante presente no design praticado no Brasil em cursos à distância, deixa claro que historicamente os programas têm mostrado uma preocupação maior com a forma de transmissão das informações do que com os métodos instrucionais em si. Esta preocupação pode ter tido sua origem no fato de o Brasil possuir proporções continentais e a Educação a Distância ser uma opção no caso das barreiras espaciais. Lapa e Belloni (2012) corroboram com esta ideia quando afirmam que a tecnologia e a EaD estão fortemente ligadas e que o avanço técnico nos meios de comunicação sempre foi o fator impulsionador do desenvolvimento da EaD. Entretanto, há que se levar em consideração que a capacidade de transpor barreiras físicas e prover acesso da informação ao estudante não é garantia de aprendizagem efetiva. O elemento tecnologia é parte de um processo maior que conta com estratégias instrucionais baseadas no conhecimento da capacidade cognitiva humana para ser efetivo.

Apesar de ser a democratização da educação feita à distância, um aspecto benéfico que rompe as barreiras físicas, ela não é suficiente para que haja uma aprendizagem significativa. Para que se possa falar em qualidade em cursos e treinamentos virtuais, há que se falar em estratégias que vão além do aspecto tecnológico. De uma forma geral, a qualidade da EaD está relacionada a variáveis como políticas públicas e privadas, questões estruturais entre outras. No caso do Brasil, o cenário apresentado é o de um país onde há uma dificuldade de avaliação dos programas. Isto porque na maioria das vezes este processo esbarra nas determinações políticas e econômicas, em detrimento dos aspectos pedagógicos ou técnicos. Os interesses políticos prejudicam a efetividade do processo de inovação tecnológica na educação, mascaram as avaliações escondendo fracassos.

3.2 MÉTODOS INSTRUCIONAIS E ELEMENTOS DE MÍDIA

Segundo Clark e Mayer (2016), dada a capacidade limitada dos humanos no processamento de informações, o uso exagerado de recursos de software pode prejudicar o aprendizado. Os autores alertam que os designers que utilizam todos os recursos tecnológicos disponíveis, acabam por promover uma sobrecarga na capacidade de processamento das informações. Por outro lado, contrastando com este tipo de designer, existem aqueles que são avessos à tecnologia e ignoram ou boicotam a capacidade dos recursos tecnológicos disponíveis. Os autores complementam a ideia afirmando ser evidente que a autonomia dos estudantes na construção do conhecimento torna difícil, senão impossível, prever como eles vão aprender e planejar as sequências de atividades. A real adaptação do design instrucional à teoria cognitiva, portanto, requer mudanças na concepção de como as pessoas aprendem e como decisões são tomadas. Não existem teorias e modelos educacionais que possam ser diretamente implementados, e nenhuma ferramenta tecnológica que disponibilize a implementação simples de material educacional.

Nesta perspectiva, pode-se compreender os métodos instrucionais como responsáveis por oferecer o suporte necessário à realização do aprendizado de um determinado conteúdo. Para Falcade et al. (2016), métodos instrucionais são processos que auxiliam na organização e estruturação de cursos no campo da educação. Desta forma, é possível concluir que os métodos instrucionais abarcam exemplos, exercícios práticos e mecanismos de retorno de erros e acertos, capazes de fornecer ao estudante uma visão do desempenho em determinado exercício ou atividade. Para ser eficiente, o método instrucional e a tecnologia midiática utilizados precisam orientar os estudantes em um processo efetivo de assimilação de novos conhecimentos e na formação de habilidades. No caso da tecnologia, esta pode ser um fator limitador, como no caso de falta de áudio por exemplo, que se constitui em uma restrição que impacta negativamente na qualidade do conteúdo ofertado. Assim, um dos grandes desafios na Educação a Distância, assim como em qualquer programa de aprendizagem é construir materiais instrucionais em meios que são compatíveis com os processos de aprendizagem humana. Para serem efetivos, os métodos instrucionais precisam suportar estes processos, isto é, precisam fomentar os eventos necessários para a aprendizagem. Enquanto a tecnologia computacional utilizada na transmissão de informações é atualizada semanalmente, o fator humano, a infraestrutura neurológica que embasa o processo de aprendizagem pode apresentar, em maior ou menor medida, certa resistência às mudanças. Fato é que a tecnologia pode facilmente transmitir mais

dados sensoriais que o sistema nervoso humano pode processar. O desafio permanente da EaD consiste em adequar o uso das TICs e o Projeto Pedagógico na otimização do desenvolvimento dos estudantes, tentando contemplar sempre que possível, as diversas necessidades e estilos de aprendizagem de cada um.

No que diz respeito aos métodos de trabalho dentro do Design Instrucional, para Filatro (2008), este processo se divide em cinco fases: análise, desenho, desenvolvimento, implementação e avaliação. Essas fases se organizam dentro do modelo ADDIE (do inglês: *analysis, design, development, implementation evaluation*), formando uma cadeia contínua e cíclica que se retroalimenta ao final do processo. A figura 1 demonstra as fases do design instrucional segundo a concepção deste modelo.

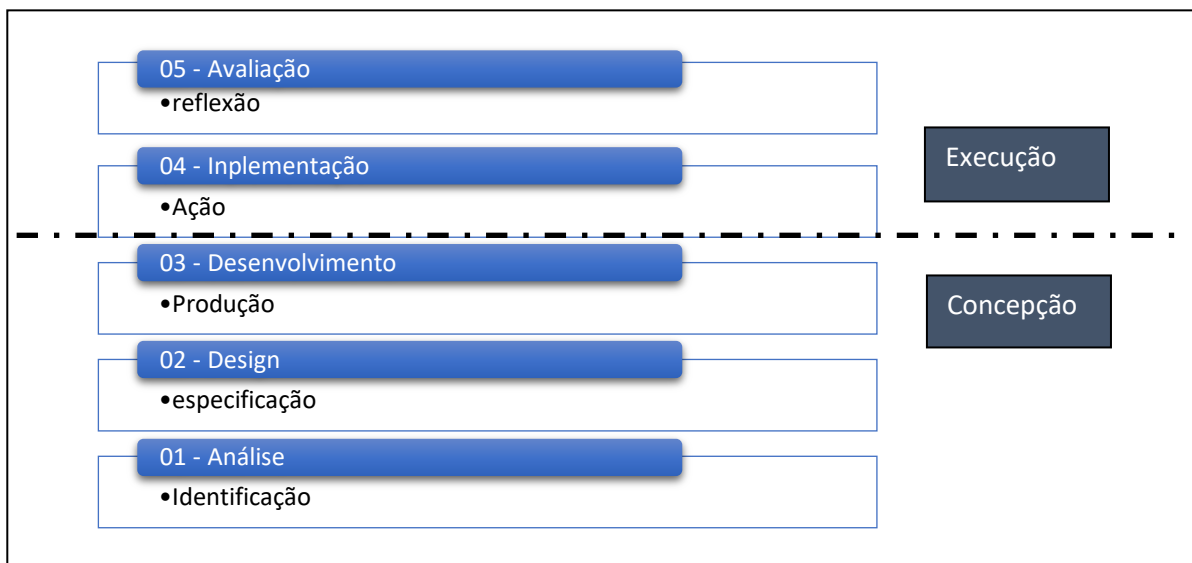


Figura 1 - Fases do Modelo ADDIE.

Fonte: elaborada pela autora, 2021.

Iniciando a leitura da figura apresentada de baixo para cima, percebe-se que durante a análise (primeira fase), é feita a coleta de informações, entendendo as necessidades do público-alvo. Essa fase gera um relatório de diagnóstico do curso a ser criado. Na fase do desenho (segunda fase), são definidas todas as estratégias e ferramentas utilizadas no processo de aprendizagem, ou seja, tudo que deve ser produzido para que a oferta formativa seja executada e, assim, se possa estipular custos, profissionais envolvidos e cronograma de execução. O produto da fase de desenho é o projeto instrucional do curso, um documento que descreve todas as técnicas e ferramentas que serão elaboradas para o curso em questão e dará suporte à fase subsequente: o desenvolvimento (terceira fase). Nessa fase ocorre a produção propriamente dita do curso, que envolve a criação de todos os materiais didáticos necessários para sua execução.

Ela representa a maior dedicação do designer instrucional, pois é nela que o profissional pode implementar toda a concepção pedagógica para garantir uma aprendizagem eficaz (FILATRO, 2008).

Na fase de desenvolvimento são elaborados os conteúdos a serem ministrados, as mídias, o planejamento das disciplinas, as atividades avaliativas e a montagem da sala de aula virtual (caso seja utilizado um ambiente virtual de aprendizagem). A fase de implementação (quarta fase) é o momento de execução do curso, no qual o aluno participará da experiência de aprendizagem, que, dependendo do modelo de design instrucional implementado no curso, poderá contar com tutores e demais colegas de turma, compondo, assim, um grupo de colaboração para o aprendizado. A última fase do processo é a avaliação (quinta fase). Durante essa fase é feita a comparação dos resultados planejados com os resultados obtidos ao final da oferta do curso, verificando se os objetivos do curso foram realmente alcançados. A avaliação é uma parte importante do processo pedagógico, pois é a partir dela que se evidenciam os pontos fortes e de melhoria para retroalimentar as fases de análise e desenho do curso. O feedback dado pela avaliação possibilita readequar, redirecionar ou reelaborar, se for preciso, as estratégias pedagógicas da oferta formativa. Portanto, a fase de avaliação cumpre também o objetivo de manutenção da qualidade do curso e, por consequência, da instituição (FILATRO, 2008).

4. O PROCESSO COGNITIVO HUMANO, ESTRATÉGIAS E TECNOLOGIA

A partir do pressuposto de que existe uma estrutura na qual se processa a organização e a integração da informação a aprender, configurando-se em uma estrutura cognitiva entendida como o conteúdo total organizado das ideias de um indivíduo, pode-se concluir que o desenvolvimento de habilidades, sua organização em competências, bem como a aplicação delas na resolução de problemas em situações cotidianas são resultados de um processo maior – o processo cognitivo humano. Ainda no que diz respeito à estruturação das habilidades e competências, segundo Melo e Miranda (2018), à capacidade de coordenar qualitativamente diferentes habilidades e realizar a transferência do que se aprende para a vida diária ou para as demandas de trabalho dá-se o nome de aprendizagem complexa, também conceituada por van Merriënboer, Liesbeth e Kester (2006) como a integração de conhecimentos, habilidades e atitudes. Percebe-se desta forma, que a aprendizagem complexa é a mola propulsora do modelo 4C/ID, uma vez que este modelo está intimamente relacionado ao desenvolvimento de competências profissionais (VAN MERRIËNBOER, 2019).

Para uma melhor compreensão do processo cognitivo humano e sua relação com o modelo instrucional abordado neste trabalho, faz-se necessário conhecer as teorias que embasam os conceitos sobre alguns aspectos do processo de aprendizagem. Neste sentido, torna-se essencial a apresentação das teorias que alicerçam a estrutura do Modelo 4C/ID, a saber, a Teoria da Carga Cognitiva (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011) e a Teoria da Aprendizagem Multimedia (MAYER, 2017), ambas fundamentadas em uma abordagem que preconiza uma arquitetura cognitiva humana constituída por uma memória de trabalho, com capacidade limitada, que interage com uma memória de longo prazo, cuja capacidade é ilimitada (PAAS et al., 2003).

No que diz respeito à Teoria da Carga Cognitiva, sua contribuição em relação ao modelo instrucional 4C/ID consiste na sistematização de um conjunto de procedimentos empiricamente validados, aos quais devem obedecer às mensagens educativas, de modo a gerir de forma eficiente a carga cognitiva imposta pelos materiais instrutivos, libertando a capacidade da memória de trabalho e promovendo a construção e reconstrução de esquemas mentais na memória de longo prazo (KIRSCHNER et al., 2018).

Já a Teoria da Aprendizagem Multimídia apregoa que alunos aprendem mais profundamente quando as ideias são apresentadas por meio de palavras e imagens do que só

por palavras. Esta associação deve ser realizada levando-se em consideração o sistema cognitivo de processamento de informação, nomeadamente as suas potencialidades e limitações (MAYER, 2017). De acordo com o autor, “palavra” não se refere somente a textos impressos, mas abrange também toda mídia escrita ou falada; o termo “imagens”, por sua vez, abrange toda mídia gráfica, como vídeos, animações, jogos e ilustrações. A Teoria da Aprendizagem Multimídia tem em consideração três pressupostos: (1) a capacidade limitada do sistema mnemónico humano; (2) o fato de o sistema de memória humano possuir dois canais distintos para o processamento da informação visual e verbal, cada um com capacidade limitada; e (3) o pressuposto de que a aprendizagem “ativa” corresponde a um conjunto coordenado de processos cognitivos que são condição necessária para que a aprendizagem ocorra. A partir desta teoria foi desenvolvido um conjunto de princípios, empiricamente validados, que ajudam a construir recursos educativos digitais que promovem mais e melhor aprendizagem (MAYER; MORENO, 2010). O texto a seguir cumpre a função de apresentar os conceitos que sustentam as teorias citadas.

4.1 A TEORIA DA SOBRECARGA COGNITIVA

A Teoria da Carga Cognitiva usa interações entre a estrutura da informação e o conhecimento da cognição humana para determinar o design instrucional (VAN MERRIËNBOER; AYRES, 2005). Originalmente criada no final da década de 70 pelo psicólogo australiano John Sweller, essa teoria tinha como objetivo a aprendizagem baseada na resolução de problemas. O conceito de carga cognitiva foi introduzido nos anos 80, para explicar alguns resultados obtidos em pesquisas ocorridas nesta época (SOUZA, 2010).

Segundo Sweller (2016), a Teoria da Carga Cognitiva admite dois tipos de memória: a memória de trabalho, que possui capacidade e duração limitadas e a memória de longa duração, que contém modelos mentais organizados em esquemas cognitivos. Além disso, esta teoria tem como foco as consequências instrucionais de uma memória de trabalho limitada, que pode ser contornada pelo conhecimento armazenado na memória de longa duração. A questão central da Teoria da Carga Cognitiva é o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas. Esta abordagem reforça a ideia de que não basta entender como se aprende, é preciso descobrir a melhor forma de como isto é

feito. Para Sweller, van Merriënboer e Paas (2019), a principal preocupação da Teoria da Carga Cognitiva é a aprendizagem de tarefas complexas, nas quais o aprendiz é frequentemente sobrecarregado pelo número de elementos de informação e as interações entre estes elementos que precisam ser processadas simultaneamente antes que o aprendizado significativo possa ocorrer. O controle instrucional desta alta carga cognitiva a fim de atingir uma aprendizagem significativa no domínio cognitivo complexo é o propósito da Teoria da Carga Cognitiva.

No entanto, para entender a proposta da Teoria da Carga Cognitiva, é necessário primeiramente entender como os seres humanos processam as informações. Por processamento pode-se entender a percepção, a codificação, o armazenamento, recuperação e utilização destas informações. Neste sentido, o conhecimento de dois elementos é fundamental para que a compreensão do sistema cognitivo humano possa ser realizada satisfatoriamente. São eles: a memória de trabalho e a memória de longa duração (SWELLER, 2016).

Também chamada de memória de curta duração, a memória de trabalho tem como característica principal sua capacidade e duração extremamente limitadas (CHONG, 2005). Entretanto, algumas destas limitações aplicam-se somente a informações novas, que precisam ser processadas em um novo meio. Informações guardadas na memória de longa duração não apresentam estas limitações quando trazidas para dentro da memória de trabalho (BADDELEY, 2010).

Segundo van Gog e Ayres (2009), todo aprendizado consciente ocorre na memória de trabalho, portanto, utilizar o conhecimento prévio sob a forma de esquemas mentais permite não apenas extrair o sentido das novas informações, mas também reduzir a probabilidade de que a memória de trabalho fique sobrecarregada, levando a uma ineficiência na aprendizagem. A maior consequência das limitações da memória de trabalho é que quando em contato com materiais novos e com alta interatividade de elementos, é possível que haja um processamento adequado (CHONG, 2005). A alta complexidade do material atua como um obstáculo na compreensão, fenômeno que motiva a necessidade do uso de mecanismos de aprendizagem e o uso da memória de longa duração para favorecer a aprendizagem efetiva.

Para Baddeley (2010), o termo memória de trabalho diz respeito ao sistema cerebral de armazenamento e manipulação temporária das informações necessárias a cada tarefa cognitiva complexa. Apesar deste tipo de memória ter sido inicialmente conceituada como um sistema unitário, Zanella e Valentini (2016) o definem como um sistema de capacidade limitada que permite o armazenamento e a manipulação temporária de informações verbais ou visuais, necessárias para tarefas complexas como a compreensão, aprendizado, raciocínio e

planejamento. Sua estrutura compreende uma organização de múltiplos fluxos, canais e processadores e é dividida em uma alça visuoespacial responsável por lidar com diagramas bidimensionais e informações tridimensionais, um retentor episódico, responsável pela codificação, integração e recuperação de informações, uma alça fonológica responsável por lidar com informações verbais e um sistema executivo central atuando como processador e coordenador (BADDELEY, 2010). A figura 2 apresenta o modelo de memória de trabalho e seus componentes descrito por Baddeley.

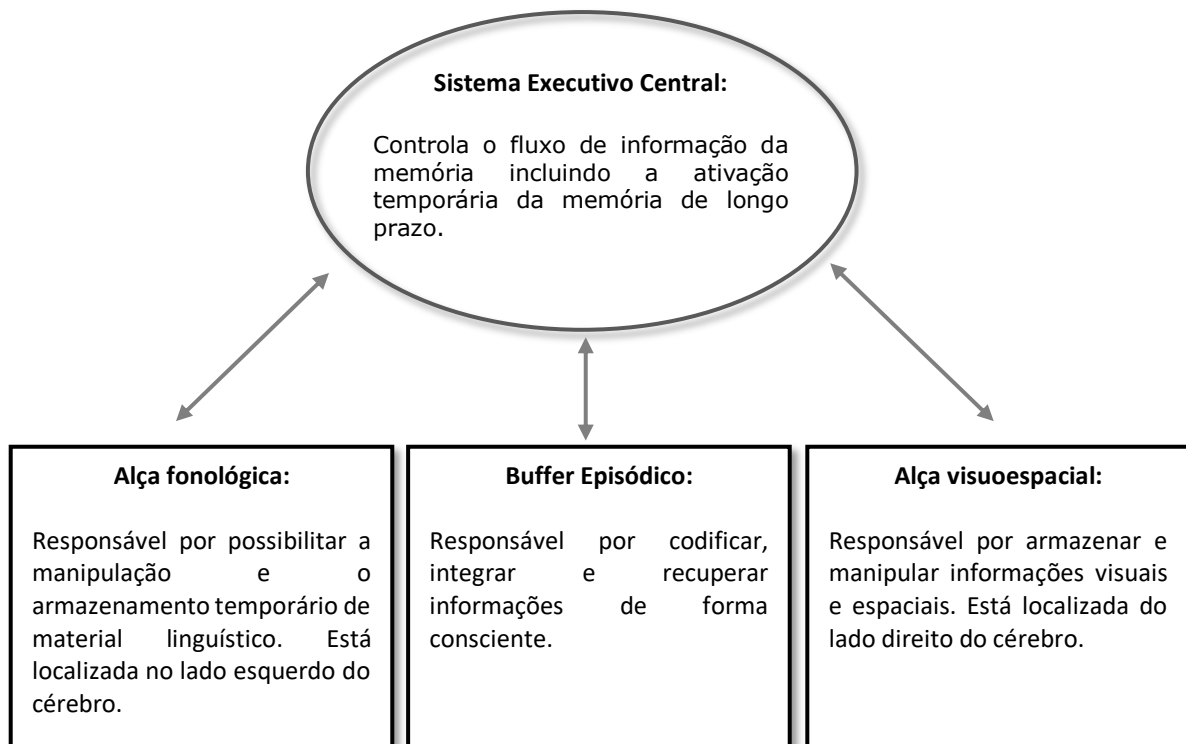


Figura 2 - Modelo de memória de trabalho e seus componentes

Fonte: Elaboração própria com base em Baddeley (2010)

No que diz respeito à memória de longa duração ou longo prazo, Sousa e Salgado (2015) reiteram que é o tipo de memória armazenada por horas, anos ou mesmo, por toda a vida. A sua formação necessita de modificações funcionais e estruturais dos neurônios. O desuso ou a aquisição de novas habilidades pode levar ao esquecimento das memórias de longa duração. Se por um lado a memória de trabalho é extremamente limitada, a de longa duração, embora também limitada, tem maior capacidade de armazenamento. O aprendizado leva à formação de novas sinapses (forma como os neurônios se conectam, enviando e recebendo informações por meio de sinais elétricos em sua rede neural) e ao fortalecimento das antigas. A repetição permite que algumas experiências fiquem enraizadas nas conexões neurais, fazendo com que a memória

de longa duração possa ser acessada de forma não consciente. A esse processo de aprendizagem implícita dá-se o nome de *priming* (MACQUET, 2009). Esse processo ativa uma informação já armazenada, para que seja resgatada de forma mais rápida, quando ela é antecedida por informação semelhante.

É importante ressaltar que a Teoria da Carga Cognitiva parte do pressuposto de que o ser humano não pode processar muitas informações na memória a cada momento porque a memória de trabalho possui capacidade de processamento e duração limitadas no que diz respeito a novas informações e, portanto, precisa estar livre para receber a nova informação oriunda de um conteúdo instrucional. Quando ocorre o esgotamento da capacidade limitada da memória de trabalho, o processo torna-se ineficiente. Assim, métodos instrucionais que sobrecarregam a memória de trabalho, tornam o aprendizado mais difícil. A sobrecarga imposta à memória de trabalho na forma de informação que precisa ser mantida mais a informação que precisa ser processada é referenciada como sobrecarga cognitiva. Métodos que reduzem a carga cognitiva maximizam o aprendizado pela liberação da capacidade da memória de trabalho (SANTOS; TAROUCO, 2008).

Ainda no que diz respeito ao aprendizado, é importante considerar a questão dos esquemas cognitivos. Segundo Chong (2005), esquemas cognitivos são estruturas de conhecimento que categorizam múltiplos elementos de informação como um simples elemento e determinam uma ação apropriada. São hierarquicamente organizados, reduzem a carga na memória de trabalho e habilitam as pessoas a manter um número ilimitado de elementos de informação na memória de longa duração. Mudanças nos esquemas também resultam em mudanças nas estratégias de resolução de problemas. Para van Merriënboer e Ayres (2005), a especialização humana se dá a partir do conhecimento armazenado nesses esquemas.

Para Sweller, van Merriënboer e Paas (2019), esquemas classificam elementos de informação de acordo com a forma em que serão utilizados. Esses conjuntos de esquemas são usados para organizar e armazenar conhecimento e reduzem profundamente a sobrecarga na memória de trabalho porque mesmo um esquema altamente complexo pode ser tratado como um único elemento quando trazido para dentro da memória de trabalho. Ao contrário da informação nova e desorganizada, as informações vindas da memória de longa duração não causam sobrecarga, pois já estão organizadas em esquemas cognitivos. A automação destes esquemas, ou seja, a aplicação sucessiva e repetida libera a capacidade da memória de trabalho para outras atividades porque um esquema automatizado conduz a um comportamento sem a necessidade de ser conscientemente processado na memória de trabalho.

Enquanto esquemas cognitivos são armazenados e recuperados a partir da memória de longa duração, as informações novas precisam ser processadas na memória de trabalho. A carga desta memória pode ser afetada pela natureza intrínseca das próprias tarefas de aprendizagem (carga cognitiva intrínseca), pela maneira pela qual estas tarefas são apresentadas (carga cognitiva externa) ou pela quantidade de recursos cognitivos que os estudantes voluntariamente investem na construção e automação do esquema (carga cognitiva relevante). Assim, o principal princípio instrucional da Teoria da Carga Cognitiva é a promoção da diminuição da carga cognitiva externa e o aumento da carga cognitiva relevante dentro dos limites da capacidade de processamento disponível (SOUZA, 2010).

Cabe ressaltar que embora seja de amplo conhecimento o fato de que as condições que favorecem uma aprendizagem efetiva são mais amplas do que a construção do material de forma isolada, esta pesquisa pretende se ater ao escopo estabelecido pela Teoria da Sobrecarga Cognitiva, não por desconsiderar os demais aspectos, mas sim para que seja possível fazer um recorte mais específico das concepções apresentadas por ela. Retoma-se então, os conceitos propostos por Santos e Tarouco (2008), os quais apregoam que, uma vez que a capacidade mental é limitada, para haver uma aprendizagem efetiva é necessário que haja um balanceamento das cargas cognitivas, cuja proposta pode ser visualizada por meio da figura 3:

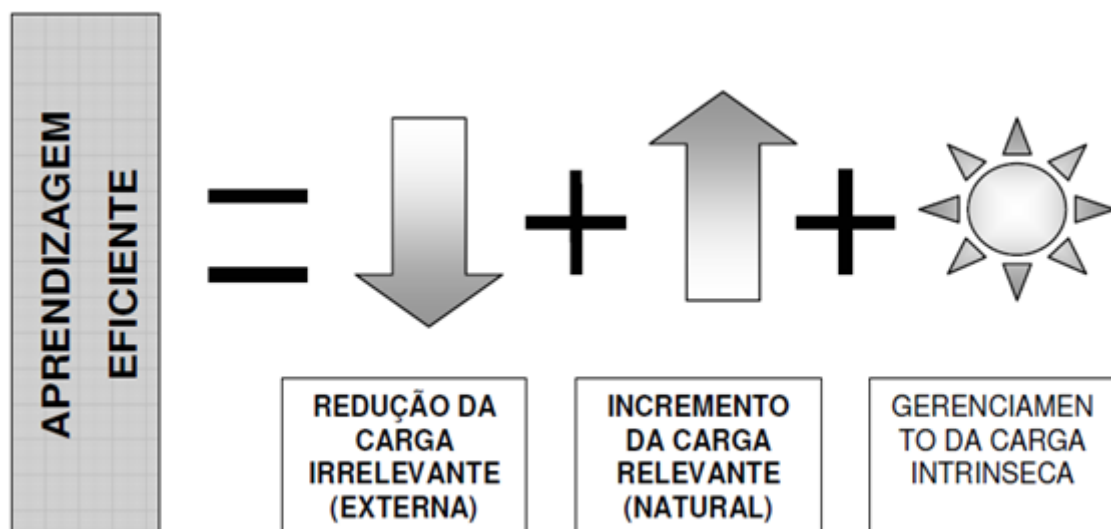


Figura 3 - Modelo de balanceamento das cargas cognitivas

Fonte: Santos e Tarouco (2008, p.5)

Neste sentido, van Merriënboer e Ayres (2005) destacam uma questão importante no que diz respeito ao material impresso de tarefas de aprendizagem ofertadas de forma on-line. Segundo os autores, a carga cognitiva imposta por cada tarefa pode ser demasiadamente elevada para principiantes e dificultar seriamente o aprendizado. Desta forma, métodos de sequenciamento são opções viáveis no sentido de causar uma diminuição da carga cognitiva intrínseca nas primeiras fases do aprendizado. Outros fatores destacados neste estudo são o foco em formações baseadas em problemas reais e a consideração do nível de especialização do aprendiz. Ou seja, métodos instrucionais que funcionam bem com principiantes podem não ter o mesmo êxito no caso de estudantes mais experientes. Quanto à influência do nível de especialização do estudante sobre a carga cognitiva, Sweller, van Merriënboer e Paas (2019) complementam afirmando que o conhecimento do nível de especialização do estudante é de muita importância para designers instrucionais. Ele possibilita a classificação das informações e atividades como intrínseco, externo ou relevante para poder prever os resultados da aprendizagem. A carga cognitiva que é relevante para um principiante pode ser externa para um especialista.

Dando prosseguimento à discussão acerca de questões relacionadas à carga cognitiva, DeLeeuw e Mayer (2008), afirmam que um dos maiores desafios no design de materiais instrucionais que envolvem o uso de multimídia é a sensibilidade quanto à carga cognitiva do aprendiz durante a aprendizagem. Para os autores, uma atividade deveria ser desenhada de modo que o processamento total requerido na aprendizagem não exceda à capacidade de processamento do aprendiz. É importante priorizar atividades que minimizem o processamento e/ou a armazenagem do que não é diretamente relevante para o aprendizado a fim de evitar o desgaste da capacidade limitada da memória de trabalho.

Ainda segundo os mesmos autores, a carga cognitiva é composta ou influenciada por muitos fatores e diferentes manipulações de situações de aprendizado podem causar tipos diferentes de carga cognitiva, assim, é possível que algumas medidas sejam mais sensíveis a um tipo de mudança do que outras.

Segundo Chong (2005), a carga cognitiva pode ser classificada como intrínseca, relevante e externa. A carga cognitiva intrínseca refere-se à complexidade do material apresentado ao aprendiz. Ela é dependente da natureza intrínseca (nível de dificuldade) do material e do nível de especialização do estudante (CHONG, 2005). Muitas aplicações de aprendizado realizado na forma on-line são produzidas em consonância com tarefas de aprendizagem complexas, caracterizadas por um grande número de interação de elementos.

Partes de informação e habilidades precisam interagir e ser coordenadas na memória de trabalho, a fim de resultar em um desempenho coerente. Mesmo depois da remoção de todas as fontes de carga cognitiva externa, a interação dos elementos de cada material pode ser muito alta para permitir um aprendizado eficiente. Uma alternativa para esta situação é a apresentação gradativa das informações. Dessa forma, a carga cognitiva intrínseca é alterada porque a interação dos elementos do material é artificialmente reduzida nas primeiras fases da instrução (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019).

Segundo De Leeuw e Mayer (2008), um meio de manipular o processamento intrínseco é por intermédio da complexidade das sentenças apresentadas ao aprendiz. Uma sentença de baixa complexidade exige do estudante que ele mantenha apenas poucos conceitos na memória de trabalho para que possa entender o ponto essencial da atividade. A complexidade da sentença pode ocasionar carga cognitiva intrínseca porque o aprendiz necessita coordenar mais peças de uma informação que são essenciais à sua compreensão.

A carga cognitiva relevante diz respeito à demanda imposta à memória de trabalho por atividades mentais que contribuem diretamente ao aprendizado. É o caso dos exemplos e das atividades autoexplicativas (CHONG, 2005). Segundo van Merriënboer e Ayres (2005), a variabilidade das situações-problema também deve ser considerada quando a questão é aprendizagem significativa. Esta diversidade contribui na construção de esquemas cognitivos, porque aumenta a probabilidade de que características semelhantes sejam identificadas. Este processo de construção de esquemas cognitivos está associado ao conceito de carga cognitiva relevante. A difusão e distinção destes esquemas tem sido, no aumento da variação da prática, um meio de incentivo aos aprendizes que se traduz em uma dimensão importante e necessária principalmente em treinamentos on-line. Uma perspectiva motivacional é apresentada na relação entre esforço mental e desempenho, indicando que o baixo envolvimento nas tarefas é indicado por um baixo envolvimento em investimento de esforço mental combinado com um baixo desempenho.

Já o tipo de carga cognitiva conhecida como externa diz respeito à carga mental despendida durante o aprendizado e está associada a processos que não são diretamente necessários para a aprendizagem. Esses processos podem ser alterados por intervenções instrucionais. Este tipo de carga cognitiva não contribui diretamente com o aprendizado e pode ser causada pelo uso de métodos instrucionais ineficientes (VAN MERRIËNBOER; AYRES, 2005). Assim como a carga relevante, depende do objetivo da tarefa de aprendizagem. Aprendizes podem usar muito de sua memória de trabalho para tentar estabelecer uma coerência

entre duas fontes de informação e resultar em pouca ou nenhuma capacidade cognitiva de sobra para a carga relevante (CHONG, 2005). Assim, o uso de exemplos foi considerado uma forma eficaz de reduzir a carga cognitiva externa por meio da eliminação de processos mentais de busca.

A limitação dos recursos cognitivos disponíveis ao estudante torna pertinente o estudo de uma forma de administração destes recursos durante o processo de aprendizagem. O conhecimento das funções de cada tipo de memória e da estrutura cognitivas humana auxilia na busca deste gerenciamento.

O desafio do estudante então, é realizar processos dentro de limites restritos sobre o processamento que pode ocorrer em cada canal em um dado momento. Este desafio se repete no caso de conteúdos instrucionais de cursos à distância. Os métodos instrucionais precisam orientar o estudante na transformação das palavras e figuras contidas no material instrucional por intermédio da memória de trabalho para então serem incorporados ao conhecimento já existente armazenado na memória de longo prazo. Como contribuição ao desafio imposto ao estudante, Clark e Mayer (2016) sugerem dois métodos para gerenciamento da capacidade limitada na memória de trabalho: a) integração e b) recuperação e transmissão de informações. No caso da integração, entende-se que a memória de trabalho integra as palavras e figuras de um conteúdo instrucional dentro de uma estrutura unificada e associa estas ideias com o conhecimento existente na memória de longa duração. A integração de palavras e figuras é feita mais facilmente por materiais que apresentam a informação verbal e visual juntas ao invés de separadas. Uma vez que as palavras e as figuras estão consolidadas em uma estrutura coerente na memória de trabalho, devem estar integradas dentro de uma estrutura de conhecimento existente na memória de longo prazo. Isto requer processamento ativo na memória de trabalho. Materiais de cursos à distância que incluem exercícios práticos e exemplos estimulam a integração do novo conhecimento com o conhecimento já adquirido (CLARK; MAYER, 2016).

Já no caso da recuperação e transmissão, entende-se que não é suficiente simplesmente adicionar novo conhecimento à memória de longo prazo. Para resultados satisfatórios, a nova estrutura de conhecimento precisa ser codificada dentro da memória de longo prazo de uma forma que possa ser facilmente recuperada quando necessário. Sem esta recuperação, todos os outros processos psicológicos são inúteis, uma vez que não faz sentido ter conhecimento armazenado na memória de longo prazo se não é possível utilizá-lo posteriormente. Para uma transmissão satisfatória, conteúdos instrucionais de cursos virtuais precisam incorporar o contexto do trabalho nos exemplos e exercícios práticos (CLARK; MAYER, 2016).

A aderência existente entre a Teoria da Carga Cognitiva e outras teorias cognitivas como a Teoria da Aprendizagem Multimídia, torna possível o aperfeiçoamento de métodos de entrega de informação baseados nas tecnologias de informação e comunicação. A fim de esclarecer a intersecção entre as duas teorias, será apresentado a seguir as características da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia bem como uma descrição sucinta dos princípios que a compõem.

4.2 A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

De acordo com Chong (2005), a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer está baseada em uma integração entre a Teoria da Carga Cognitiva, a Teoria de Codificação Dupla e o modelo de memória de trabalho. Esta teoria está baseada em três pressupostos: a) informações e experiências visuais e auditivas são processadas por meio de canais de processamento separados e distintos; b) cada canal de processamento é limitado em sua habilidade de processar informações e experiências; c) o processamento de informações e experiências em canais é um processo cognitivo ativo projetado para construir representações mentais coerentes. Para ativar este modelo, cinco passos são necessários: a) selecionar palavras relevantes para processamento na memória de trabalho verbal; b) selecionar imagens relevantes para processamento na memória de trabalho visual; c) organizar as palavras selecionadas dentro de um modelo mental verbal; d) organizar imagens selecionadas dentro de um modelo mental visual; e) integrar representações verbais e visuais bem como o conhecimento prévio.

Nos modelos de aprendizagem que envolvem multimídia, o material instrucional pode conter gráficos e palavras (escritas ou faladas). Os gráficos e as palavras escritas são processados pelo sistema cognitivo do aprendiz por meio dos olhos (canal visual) e as palavras faladas por meio dos ouvidos (canal auditivo). Se o aprendiz presta atenção, o material é selecionado e processado na memória de trabalho, onde é possível reter e manipular apenas certa quantidade de informação por vez em cada canal. Na memória de trabalho, o aprendiz pode organizar mentalmente algumas das imagens selecionadas em um modelo visual e algumas das palavras selecionadas em um modelo verbal. Após esta organização, o aprendiz pode associar a nova informação ao conhecimento já armazenado na memória de longa duração, que, conforme já citado, é uma espécie de depósito do conhecimento deste aprendiz (CLARK; MAYER, 2016).

A figura 4 demonstra processo de captura, processamento e associação da informação com o conhecimento já armazenado na memória de longa duração:

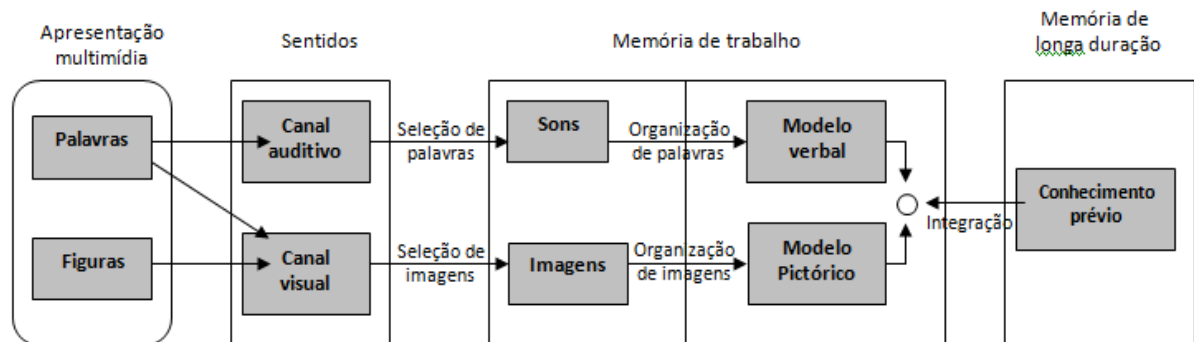


Figura 4 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia

Fonte: Elaboração própria com base em Clark e Mayer (2016, p.36)

Em outras palavras, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia enfatiza a regra do aprendizado significativo, que ocorre quando o estudante seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e o integra com conhecimento existente na memória de longo prazo (SILVA, 2017).

O aprendizado significativo ocorre quando o aprendiz realmente se engaja em todos estes processos. Para Clark e Mayer (2016), apresentações multimídia podem incentivar os aprendizes a se engajar no aprendizado significativo pela representação mental do material em palavras e figuras e pelas conexões mentais feitas entre representações pictóricas e verbais. Entretanto há que se enfatizar que apesar do importante papel ocupado pela tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem, esta mesma tecnologia em si apenas não é suficiente para que o aprendizado efetivo ocorra. Ainda segundo os autores, a mudança vista nas TICs nas últimas décadas pode estar ligada ao crescimento correspondente do uso de computadores em todos os níveis educacionais, entretanto, a natureza vanguardista da tecnologia não garante aprendizado eficiente e efetivo. Neste sentido, torna-se pertinente a discussão da contribuição da Teoria da Aprendizagem Multimídia dentro do contexto do design instrucional e da EaD, uma vez que, segundo esta teoria, é extremamente importante o conhecimento da instrução e do material de aprendizagem nos processos cognitivos. No design do conteúdo das atividades é necessário considerar a carga mental do material, os recursos da memória de trabalho necessários para a aprendizagem a partir do material ou o desempenho das tarefas de aprendizagem e o processamento cognitivo requerido nas atividades não relacionadas ao

aprendizado. Assim, baseados em pesquisas anteriores, Clark e Mayer (2016) sugerem alguns princípios desta teoria aplicados ao design instrucional que serão descritos no texto a seguir. São eles: princípio da multimídia, princípio da contiguidade, princípio da modalidade, princípio da redundância, princípio da coerência, princípio da personalização e princípio da segmentação e pré-treino.

Princípio da multimídia: segundo este princípio, os cursos on-line devem incluir no seu material instrucional palavras e gráficos ao invés de somente palavras. Por palavras entende-se textos que podem ser lidos por meio de uma tela ou ouvido por meio de fones ou dispositivos similares. Por gráficos entende-se ilustrações estáticas como figuras, fotos e mapas e dinâmicas como animações ou vídeos. O princípio da multimídia, entretanto, não pressupõe o uso indiscriminado de gráficos e faz um alerta para as funções exercidas por eles dentro de um contexto. É o caso, por exemplo, de um gráfico ou figura que sirva apenas de elemento decorativo em uma página de um conteúdo instrucional, mas que não contribua para a aprendizagem efetiva dele. O princípio da multimídia é particularmente indicado a aprendizes com pouco ou nenhum conhecimento a respeito do assunto a ser tratado (MAYER; MORENO, 2010).

Princípio da contiguidade: segundo Clark e Mayer (2016), a principal consideração do princípio da contiguidade diz respeito à necessidade de coordenação entre textos e gráficos. Neste sentido é preciso posicionar o texto exibido próximo às partes das ilustrações a que eles se referem. Quanto às narrações, estas devem aparecer no mesmo momento em que os textos que explicam. Para Sweller, Ayres e Kalyuga (2011), o princípio da contiguidade, também chamado de Princípio da Divisão da Atenção, propõe que no design de instruções que envolvem multimídia é importante evitar formatos que exijam do aprendiz uma divisão da atenção prestada e a integração mental das múltiplas fontes de informação. Em vez disso, materiais devem ser formatados de modo que as diferentes fontes de informação sejam física e temporalmente integradas, evitando assim a necessidade de o aprendiz ter de fazer esta integração mentalmente, reduzindo a carga cognitiva externa. Nas palavras de Moreno e Mayer (2007), dois efeitos podem ser esperados a partir do princípio da contiguidade: um efeito de contiguidade espacial e um efeito de contiguidade temporal. Em outras palavras, segundo este princípio, gráficos e palavras escritas correspondentes devem ser colocados próximos uns dos outros (contíguos no espaço) e palavras faladas (narração) devem ocorrer ao mesmo tempo em que a exibição do gráfico a que correspondem (contíguos no tempo).

Princípio da redundância: para Clark e Mayer (2016), alguns materiais instrucionais da EaD descrevem elementos visuais como gráficos e figuras utilizando palavras tanto em formato escrito ou impresso, quanto em formato de narração em áudio. Neste caso, o áudio repete o texto escrito. Esta técnica é chamada de redundante porque o texto escrito é redundante ao texto narrado. Moreno e Mayer (2007) descrevem o princípio da redundância como situações de aprendizado nas quais a eliminação de materiais redundantes resulta em uma performance de aprendizagem melhor do que quando este material é incluído. Baseado em teorias da psicologia cognitiva, este princípio sugere evitar a forma de transmissão de informações por meio de texto escrito ou impresso que seja redundante com narração e elementos gráficos. Segundo Clark e Mayer (2016), a razão disto é o fato de que os estudantes podem prestar muita atenção às palavras impressas em detrimento dos elementos gráficos que os acompanham, além de tentar comparar e conciliar textos na tela e a narração. Estes procedimentos dificultam a aprendizagem efetiva, pois requerem processamento cognitivo externo para o aprendizado do conteúdo. Embora seja recomendado omitir textos impressos em tela redundantes na maioria dos programas de EaD, considera-se seu uso em situações especiais que não sobrecarreguem o sistema de processamento de informações visuais do aprendiz como: a) quando não há apresentações gráficas (vídeos, animações, fotos etc.); b) quando há ampla oportunidade para processar a informação gráfica (apresentações gráficas feitas em grandes espaços de tempo); c) quando o aprendiz precisa despender um esforço cognitivo maior para compreender textos falados do que impressos.

Princípio da coerência: este princípio diz respeito ao material que não atua como suporte ao objetivo instrucional. Segundo o princípio da coerência, adicionar material visando somente torná-lo mais interessante pode prejudicar o aprendizado. Segundo Clark e Mayer (2016), este é um princípio comumente violado, embora seja simples na sua aplicação e tenha um forte impacto na aprendizagem. Ainda segundo os autores, apesar de alguns desenvolvedores sentirem-se compelidos a incrementar seu material visando provocar o interesse do estudante, a violação deste princípio acarreta sobrecarga na memória de trabalho. Como exemplos de violação deste princípio pode-se citar músicas e sons de fundo, palavras e figuras que são usadas apenas para efeito de decoração uma página. De acordo com a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, o estudante procura o sentido do material apresentado. Se uma representação mental coerente é construída, é gerada também a satisfação do estudante. De forma contrária, a adição de elementos que exigem processamento externo como figuras, sons e palavras que visam somente a ornamentação, pode levar a uma interferência no processo do

“fazer sentido”, uma vez que o estudante possui uma capacidade cognitiva limitada para processar o material instrucional. Entende-se desta forma, que os estudantes podem compreender uma explicação feita por meio de modo multimídia mais profundamente quando vídeos e narrações interessantes, porém conceitualmente irrelevantes forem excluídos do material.

Princípio da personalização: este princípio possui uma preocupação particular com o estilo de conversação e com treinadores virtuais. Segundo Clark e Mayer (2016), alguns materiais instrucionais de programas adotados pela EaD adotam um estilo formal de escrita na apresentação das informações. Para os autores, adotar um estilo de conversação mais formal cria a impressão de uma conversa entre humanos. O princípio da personalização sugere que as pessoas aprendem melhor quando as palavras estão em estilo conversacional do que em estilo formal e trabalham mais arduamente no entendimento de um material quando sentem que estão em uma conversa com um parceiro, ao invés de simplesmente receber uma informação (SILVA, 2017).

Compreende-se desta forma, que as pessoas tratam o computador como um parceiro social. Uma vez que os estudantes interpretam sua interação com o computador como social, as regras da comunicação humano-a-humano passam a valer. Neste sentido, os estudantes tentam mais arduamente extrair sentido do que o computador está dizendo para poder empenhar-se em um processo cognitivo mais profundo. Este fator leva a uma preocupação adicional - a qualidade da voz utilizada em um conteúdo instrucional. Os estudantes aprendem melhor se a voz do narrador for uma voz humana ao invés de uma simulação de máquina. Esta abordagem é particularmente importante no design de agentes pedagógicos (caracteres de tela que ajudam a guiar o processo de aprendizagem durante um episódio instrucional). Agentes podem ser representados visualmente como um avatar, e verbalmente por meio de voz humana, de máquina ou texto impresso. Podem ser representações de pessoas reais usando vídeo e voz humana ou caracteres artificiais usando animação e voz gerada por computador (MAYER, 2017).

Princípio da segmentação e pré-treino: o conceito principal deste princípio é o gerenciamento da complexidade pela quebra do material instrucional em partes menores e a familiaridade com palavras e conceitos chave. Segundo Mayer (2017), o princípio da segmentação defende a ideia de que pessoas aprendem mais profundamente quando uma mensagem multimídia é transmitida em segmentos ao invés de uma única unidade. Também é uma premissa deste princípio o conceito de que os estudantes aprendem mais profundamente a

partir de material multimídia quando eles conhecem os nomes e características dos conceitos principais. Para gerenciar a complexidade de um material instrucional é necessário que esta complexidade seja medida. Para medir a complexidade é necessário calcular o número de elementos ou conceitos e a interação entre eles. Quando o material é complexo, é possível auxiliar o estudante a gerenciar esta complexidade particionando seu conteúdo em segmentos gerenciáveis, ou seja, partes que contém apenas um, dois ou três passos do procedimento ou descrição das relações principais entre estes elementos. Em outras palavras, o princípio da segmentação sugere que a apresentação de um conteúdo instrucional seja quebrada em partes menores e apresentadas uma de cada vez. Relacionado a este princípio está o pré-treino, o qual, como o próprio nome indica, sugere um pré-treinamento dos estudantes levando em consideração nomes, características e conceitos chave em um conteúdo instrucional. Segundo Clark e Mayer (2016), para implementar o princípio do pré-treino, deve-se avaliar procedimentos e processos necessários para concluir a aprendizagem como o nível de complexidade e os principais conceitos e funcionalidades, bem como a inclusão de um exercício prático sobre eles.

Princípio da modalidade: este princípio recomenda a apresentação de palavras narradas (áudio) ao invés de somente texto escrito em tela. Isto porque nos casos em que há a necessidade de processamento simultâneo de gráficos e texto referente a estes gráficos, pode haver uma sobrecarga do canal visual/pictórico dos estudantes. Se a atenção do estudante estiver voltada de modo a atender às palavras impressas na tela, este estudante não poderá direcionar esta mesma atenção no atendimento pleno à animação ou gráfico, especialmente quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente e em um ritmo rápido. Segundo a ideia central do princípio da modalidade, a aprendizagem é reforçada se as informações textuais de um material instrucional forem disponibilizadas em formato auditivo ao invés de formato comum acompanhadas de informações apresentadas visualmente, como um gráfico, diagrama ou animação (GINNS; LEPPINK, 2019). Entretanto, para Clark e Mayer (2016), não são todas as situações de aprendizagem que permitem a utilização do princípio da modalidade. Os autores indicam este princípio em situações nas quais há a apresentação de gráficos concomitantemente aos comentários sobre estes gráficos e quando o material é complexo e apresentado em ritmo acelerado. Se o material é familiar ao estudante ou se ele tem controle sobre o ritmo, o princípio da modalidade torna-se menos importante. Por meio de várias experiências, os autores concluíram que a superioridade da apresentação de um gráfico com texto falado sobre a apresentação de um gráfico com texto escrito era revertida quando os estudantes estavam

habilitados a definir seu próprio ritmo a partir dos materiais instrucionais. O princípio da modalidade, por sua natureza e características, encontra-se fortemente ligado ao conceito da tecnologia.

4.3 MODELOS INSTRUCIONAIS

De uma forma geral, modelos instrucionais são orientações ou conjuntos de estratégias na qual são baseadas as abordagens usadas pelos professores para ensinar e sua eficácia está diretamente relacionada às teorias de aprendizagem nas quais se apoia. Uma das finalidades dos modelos instrucionais é viabilizar ferramentas conceituais e de comunicação, que possam ser usadas para visualizar, direcionar e gerenciar processos responsáveis por gerar episódios de aprendizagem guiada e evitar prováveis perdas e incompreensões sobre os sistemas instrucionais, além da escolha ou desenvolvimento de ferramentas operacionais adequadas (MAGLIARO; SHAMBAUGH, 2006). Neste sentido, é fundamental compreender o processo cognitivo humano e como este se desenvolve para que o design de um modelo seja feito tendo-se em mente as necessidades da organização educacional e dos indivíduos a que se destinam, de modo que estes modelos sejam capazes de reproduzir o dinamismo da vida real (BATURAY, 2011).

É importante ressaltar que a década de 70 trouxe com ela um aumento do número de modelos de design instrucional. Estes modelos foram construídos sobre os conceitos passados e até o final da década, mais de 40 modelos haviam sido identificados. O interesse, entretanto, havia se alargado e atingido outros setores como, por exemplo, comércio, indústria e vários ramos militares dos Estados Unidos. Também foram criados muitos centros de melhoria instrucional, que tinham o objetivo de ajudar o corpo docente a utilizar mídias e melhorar a qualidade de suas aulas (REISER, 2001).

Segundo Vahldick, Santiago e Raabe (2007), além dos modelos em si, há que se falar também nas teorias de design instrucional, as quais descrevem métodos de instrução, e nas situações nas quais estes métodos devem ser usados. Entre esses métodos pode-se citar, por exemplo, a divisão de um determinado conteúdo instrucional em pequenas partes, sequenciando e disponibilizando-o ao estudante de acordo com seu desempenho. No que diz respeito às diretrizes para a elaboração dos modelos instrucionais, trabalhos realizados por van Merriënboer, Clark e de Croock (2002), demonstram a existência de cinco princípios

instrucionais que possibilitam o aprendizado e que são comuns às várias teorias de design instrucional conhecidas atualmente: a) resolução de problemas do mundo real, b) conhecimento prévio como base para novo assunto, c) demonstração do novo conhecimento ao estudante, d) aplicação do novo conhecimento pelo estudante, e) integração do novo conhecimento ao contexto do estudante.

É importante ressaltar ainda, que, além do modelo instrucional em si, são necessários mais dois elementos para trabalhar em conjunto com estes modelos e assim tornar a aprendizagem efetiva. Estes elementos são as estratégias instrucionais e as ferramentas pedagógicas ou tecnologias de aprendizagem. A efetividade da aprendizagem se dá quando estes três elementos trabalham em conjunto, criando desta forma, condições para embasar esta aprendizagem (DABBAGH, 2005).

A relação entre os três elementos descritos pode ser observada na figura 5.

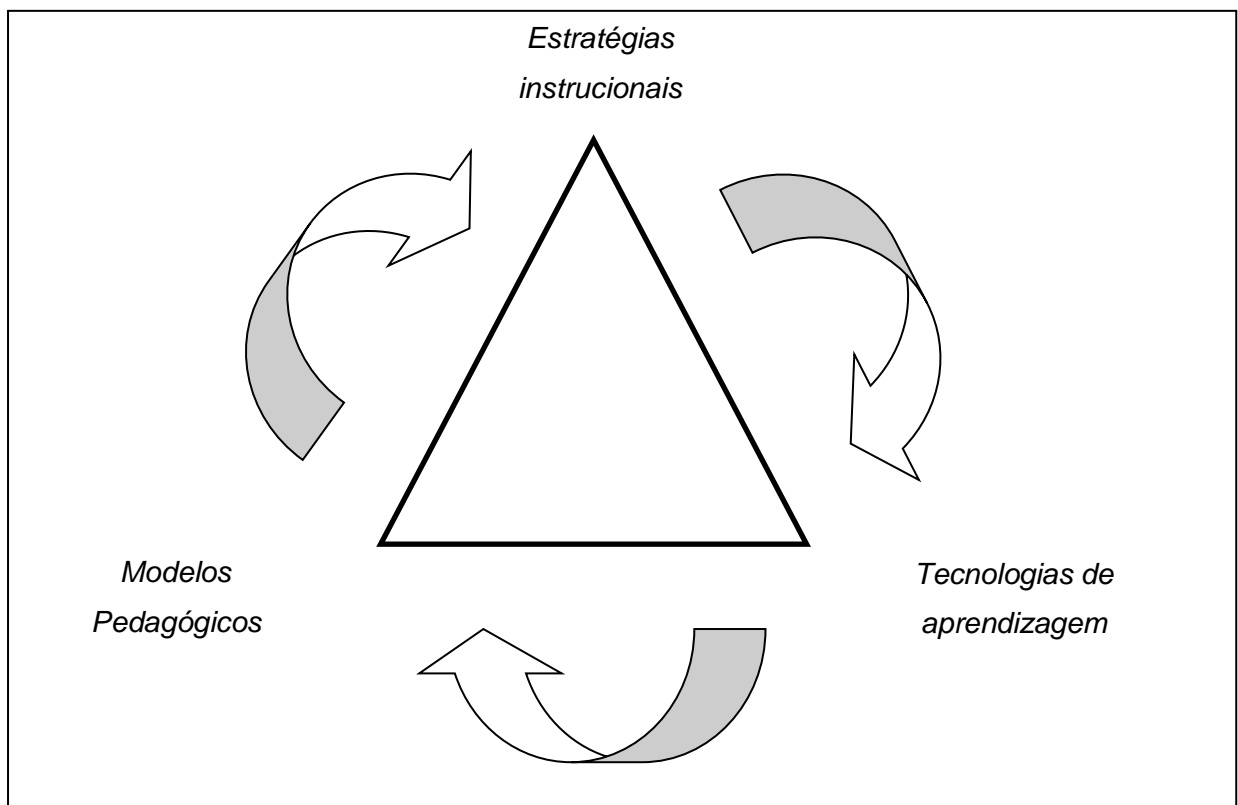


Figura 5 - Modelo de design instrucional baseado em teorias de aprendizagem

Fonte: Elaboração própria com base em Dabbagh (2005, p.32)

Dessa forma, é possível compreender que os modelos instrucionais são modelos cognitivos derivados de visões sobre a aquisição do conhecimento, mecanismos pelos quais os

humanos ligam a teoria à prática e levam à especificação das estratégias instrucionais, que são o que os instrutores ou sistemas instrucionais fazem para facilitar o aprendizado (DABBAGH, 2005). Essas estratégias instrucionais operacionalizam modelos, ou seja, são responsáveis por colocar em prática os modelos dos quais são derivadas. Os modelos pedagógicos, por sua vez, são derivados de teorias de aprendizagem. As tecnologias de aprendizagem são o terceiro componente do processo e podem ser descritas como recursos tecnológicos multimidiáticos. Estes três elementos formam uma relação interativa na qual os modelos instrucionais fundamentados em uma visão cognitiva, definem o design do material instrucional de um curso, levando à uma especificação de estratégias instrucionais que são subsequentemente habilitadas ou desempenhadas por meio do uso de tecnologias de aprendizagem (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019).

4.4 AS METODOLOGIAS ATIVAS COMO ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS

No que diz respeito às estratégias instrucionais de um modelo, é importante ressaltar o papel que as metodologias ativas assumem neste contexto. Muito discutidas na contemporaneidade, estas metodologias têm como principal intuito engajar o estudante no processo de aprendizagem, incentivando sua autonomia à medida que o coloca como protagonista neste cenário. Para Chaquime e Mill (2018), as metodologias ativas são consideradas tecnologias que proporcionam engajamento dos educandos no processo educacional e que favorecem o desenvolvimento de sua capacidade crítica e reflexiva em relação ao que estão fazendo. Este tipo de abordagem busca desenvolver competências cognitivas, pessoais e sociais, exigindo do estudante características como proatividade e colaboração.

Em Freire encontramos uma defesa para as metodologias ativas, a partir de sua afirmação de que na educação de adultos, o que impulsiona a aprendizagem é a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo a partir de conhecimentos e experiências prévias dos indivíduos (BERBEL, 2011).

Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), a aprendizagem ativa atua em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias. Para os autores, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para

construção do conhecimento. Ao contrário do método tradicional, que primeiro apresenta a teoria e parte dela, o método ativo busca a prática e parte dela em direção à teoria.

De acordo com Rodrigues (2016) esta abordagem surge vinculada à necessidade de superação do ensino elementar, devido às exigências do mundo contemporâneo. Este conceito é compartilhado por Diesel, Baldez e Martins (2017), para os quais as transformações sociais, econômicas, políticas, culturais e tecnológicas das últimas décadas têm impactado de forma significativa a vida das pessoas, as relações estabelecidas entre elas, o mundo do trabalho e, por conseguinte, a escola. Neste mesmo sentido, Bauman (2009), contrapõe o momento atual vivido pela humanidade, denominado por ele como estágio líquido, com o anterior, chamado de sólido. Segundo o autor, o estágio sólido representa o período em que a durabilidade era a lógica e os conhecimentos adquiridos pelo sujeito davam suporte à resolução de problemas pelo resto da vida. Isto em decorrência dos contextos previsíveis e indelévels em que se vivia. No caso do estágio líquido, podemos compreendê-lo como uma condição sócio-histórica atual e caracteriza-se pela fluidez e incerteza, na qual a imprevisibilidade é a palavra de ordem. Nesse contexto de impermanência, está localizada a educação contemporânea e, mais precisamente, a escola, com seus processos, os sujeitos que a constituem e as relações estabelecidas entre docentes, estudantes, conhecimentos e práticas docentes. Com base neste raciocínio proposto por Bauman (2009), pode-se compreender que, em contraposição às experiências pedagógicas sólidas e conteudistas, as atuais demandas sociais exigem do docente uma nova postura e o estabelecimento de uma nova relação entre este e o conhecimento, uma vez que cabe a ele, primordialmente, a condução desse processo.

Ainda que este posicionamento em relação às transformações ocorridas esteja presente nos trabalhos dos autores aqui apresentados, observa-se que o termo “aprendizagem ativa”, conhecido também como “aprendizagem significativa” (BARBOSA; MOURA, 2014) não tem encontrado clareza em uma parcela dos trabalhos de estudiosos do tema, nos quais os docentes idealizam que toda aprendizagem é inerentemente ativa, e apregoam que um estudante sempre está ativamente envolvido enquanto assiste à uma aula expositiva. No entanto, Barbosa e Moura (2014), afirmam que pesquisas da ciência cognitiva indicam que alunos necessitam fazer algo mais do que simplesmente ouvir para ter uma aprendizagem efetiva.

Neste sentido entende-se a necessidade de que o estudante tenha um envolvimento mais profundo com o objetivo educacional pretendido. Envolver esse que requer desse aluno interações como escrever, perguntar e resolver problemas, de forma que as estruturas cognitivas formadas na memória de longa duração sejam requisitadas. Quando isso acontece pressupõe-se

que o aluno esteja sendo estimulado a sair da forma passiva para um novo estado ativo e que está assumindo a posição de construtor de seu processo de aprendizagem.

A utilização de metodologias ativas de aprendizagem e estratégias de ensino que as suportem, proporcionam ao aluno a oportunidade de exercer um papel protagonista na criação de novos conhecimentos que servirão de base para a sua vida acadêmica e profissional, assumindo o papel principal na construção de sua aprendizagem. Neste sentido, cabe ao professor criar estratégias e construir juntamente com seus alunos um ambiente adequado à aprendizagem, passando de detentor do conhecimento a mediador neste ambiente. O professor passa a exercer o papel de orientador, supervisor ou facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas de fonte única de informação e conhecimento. Esta abordagem encontra respaldo no desencorajamento do modelo de educação bancária citado por Freire (2003), no qual o professor deposita conhecimento nos alunos da mesma forma que depositamos dinheiro em um banco na conta corrente e esses conhecimentos ficariam guardados até o momento oportuno para usá-los.

Neste contexto, Moran (2015) potencializa a discussão do papel do professor ao afirmar que ao utilizar o método ativo, este assume a atribuição de curador e orientador.

Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhor preparados, remunerados, valorizados. Infelizmente não é o que acontece na maioria das instituições educacionais (MORAN, 2015, p. 24)

Para Barbosa e Moura (2014), as estratégias que promovem a aprendizagem ativa podem ser definidas como sendo as atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas que está fazendo. Neste sentido, a diferença fundamental que caracteriza um ambiente de aprendizagem ativa é a atitude ativa da inteligência, em contraposição à atitude passiva geralmente associada aos métodos tradicionais de ensino.

Paiva et al. (2016) apregoam que a metodologia utilizada pelo educador pode ensinar o educando a ser livre ou submisso; seguro ou inseguro; disciplinado ou desordenado; responsável ou irresponsável; competitivo ou cooperativo e que a opção metodológica pode ter

efeitos decisivos sobre a formação da mentalidade do aluno, de sua cosmovisão, de seu sistema de valores e, finalmente, de seu modo de viver. Os autores destacam, no entanto, que, apesar da possibilidade de as metodologias ativas ocorrerem em diferentes cenários de educação, com múltiplas formas de aplicação e benefícios altamente desejados, sua utilização ainda encontra importantes desafios a serem superados. A mudança do sistema tradicional pressupõe a necessidade de garantir a formação do profissional educador, de abordar todos os conhecimentos essenciais esperados e de superar a dificuldade de articulação com os profissionais do campo necessários em algumas modalidades de operacionalização.

Nesta mesma direção, ao defender que a aprendizagem ocorre por meio da ação e colocando o estudante no centro dos processos de ensino e aprendizagem, Dewey, por meio de seu ideário da Escola Nova, cuja construção metodológica levou em consideração a atividade e o interesse do aprendiz e não do professor, teve grande influência na concepção da aprendizagem ativa. O principal ponto de intersecção entre a abordagem ativa e a pedagogia de Dewey diz respeito a não haver separação entre vida e educação, sendo a última uma contínua reconstrução da experiência. A perspectiva de Dewey suporta uma abordagem com o método ativo por valorizar as experiências de vida dos estudantes e define cinco condições para uma aprendizagem integrada com essas experiências: a) só se aprende o que se pratica; b) não basta aplicar, é preciso haver reconstrução consciente da experiência; c) aprende-se por associação; d) não se aprende nunca uma coisa só; e) toda aprendizagem deve ser integrada à vida (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

As metodologias ativas utilizam a problematização como estratégia pedagógica, buscando motivar o discente, que se detém, examina, reflete, relaciona com sua história e passa a ressignificar suas descobertas (MITRE et al. 2008). A problematização constitui, assim, possibilidade de engajamento efetivo do estudante em seu próprio processo de formação. (CHAQUIME; MILL, 2018).

Isto posto, verifica-se que entre as estratégias educacionais disponíveis existem muitas possibilidades de metodologias ativas com potencial de levar os alunos a aprendizagens para a autonomia. Entre as estratégias mais comuns estão a sala de aula invertida, a aprendizagem entre pares, a problematização, a aprendizagem baseada em problemas (PBL), aprendizagem por meio de jogos (*game-based learning* – GBL), a aprendizagem baseada em projetos (ou pedagogia por projetos), os estudos e discussões de casos (*teaching case*), a aprendizagem em equipe, a aprendizagem baseada em investigação, a educação híbrida etc. (CHAQUIME; MIL, 2018). Por serem utilizadas nas tarefas de aprendizagem inseridas no Modelo 4C/ID, as

situações problema correspondem à sua espinha dorsal e, em decorrência deste fato, seu entendimento é de extrema importância neste trabalho.

Para Campetti e Campos (2017), a pedagogia da situação-problema articula problemas e respostas, nos quais os alunos são colocados à prova da construção de seu próprio conhecimento. Nessa perspectiva, os alunos são incentivados a buscar as soluções necessárias de forma autônoma, sem a explanação da resposta pelo professor, que atua como mediador durante a trajetória dos alunos em direção à solução do enigma proposto. Para os autores, a prática pedagógica das situações-problema estimula os alunos a exercitarem o pensamento crítico, o diálogo, a busca de consenso, o confronto de ideias, questões estas que se apresentam na sua vida cotidiana e que necessitam ser transpostas.

Silva e Felicetti (2014) conceituam o termo situação-problema como desafios que surgem durante a caminhada do estudante. Esses desafios seriam diferentes dos exercícios, uma vez que pressupõem planejamento, tomada de decisão e análise do contexto ao invés de apenas repetições. No caso das situações-problema, há a necessidade de criá-las adequando-as ao cotidiano do aprendiz.

Trabalhar regularmente por problemas significa colocar o aluno diante de várias decisões que precisam ser tomadas para alcançar um objetivo traçado. O educando é instigado através de uma situação real a articular seus conhecimentos prévios para superar obstáculos cognitivos. O professor tem a tarefa de auxiliar o aprendiz a identificar e a criar estratégias para transpor o obstáculo. De acordo com Perrenoud (1999, p. 57), “No campo dos aprendizados gerais, um estudante será levado a construir competências de alto nível somente confrontando-se, regular e intensamente, com problemas numerosos, complexos e realistas, que mobilizem diversos tipos de recursos cognitivos”, os quais primeiramente são trabalhados de forma separada e depois em uma conduta global (SILVA; FELICETTI, 2014, p. 24).

A implementação da metodologia de situação-problema se dá, segundo Campetti e Campos (2017), na seguinte ordem: a) contextualização do problema; b) operacionalização da atividade; c) definição de um conjunto de dispositivos de avaliação, sendo que estas devem ocorrer ao longo do desenvolvimento das atividades e não somente ao final do processo.

Neste sentido, entende-se que à medida que são oportunizadas situações de aprendizagem envolvendo a problematização da realidade em que esteja inserido, nas quais o estudante tenha papel ativo como protagonista do seu processo de aprendizagem, interagindo com o conteúdo ouvindo, falando, perguntando e discutindo, estará exercitando diferentes habilidades como refletir, observar, comparar, inferir, dentre outras, e não apenas ouvindo aulas

expositivas, muitas vezes mais monologadas que dialogadas (DIESEL, BALDEZ; MARTINS, 2017).

Para avançar nesse entendimento, articula se, ainda, as contribuições de Paulo Freire (1921 - 1997) acerca da Pedagogia Problematizadora, que parte da premissa de que educador e educando aprendem juntos numa relação dinâmica, na qual a prática, orientada pela teoria, possibilita a reflexão crítica do estudante e o desenvolvimento de sua autonomia como forma de intervir sobre a realidade (BERBEL, 2011). Os autores reforçam ainda, que um ponto bastante importante a ser considerado é que as tecnologias de aprendizagem estão em constante evolução e continuam a surgir, trazendo novas possibilidades e práticas pedagógicas. Este movimento tecnológico evolutivo transforma as estruturas sociais e afeta o processo de aprendizagem, tornando extremamente importante a capacidade de um modelo instrucional de suportar e administrar estas tecnologias de aprendizagem sem, contudo, ficar preso a elas.

5. O MODELO 4C/ID E A APRENDIZAGEM COMPLEXA

Suportado pela Teoria da Aprendizagem Multimídia e pela Teoria da Sobrecarga Cognitiva, com as quais partilha propósitos e princípios, o modelo 4C/ID (*Four Components/Instructional Design*), desenvolvido originalmente por Jeroen J. G. van Merriënboer nos anos 90, tem como pressuposto básico que programas educacionais para aprendizagem complexa ou o ensino de competências profissionais (a integração e a coordenação de conhecimentos, habilidades e atitudes) podem ser descritos em quatro componentes interrelacionados e essenciais no aprendizado de competências. São eles: a) as tarefas de aprendizagem, as quais exigem que os alunos integrem e coordenem muitos aspectos de desempenho relacionados à resolução de problemas e aos raciocínios subjacentes; b) informações de suporte, que servem de auxílio à aprendizagem e à resolução das tarefas de aprendizagem e onde é apresentada a melhor abordagem à resolução dos problemas, fazendo a ponte entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios dos alunos; c) informações processuais, que constituem um requisito para a realização das tarefas. Este tipo de informação só surge no momento exato em que o aluno necessita dela, diminuindo desta forma a sobrecarga cognitiva; d) prática nas tarefas, exercícios adicionais centrados em aspetos rotineiros das tarefas e que necessitam de maior treino. Este componente só é usado quando as tarefas de aprendizagem não suscitam uma repetição suficiente para se atingir o nível de automaticidade pretendido (MELO; MIRANDA, 2018).

Segundo Vahldick, Santiago e Raabe (2007), o principal conceito do modelo 4C/ID é o fato de que a integração e a coordenação de tarefas específicas que constituem uma competência são mais importantes ao aprendizado do que os tipos de mídia de apresentação da informação. Para os autores, o modelo vai ao encontro do que se deve esperar de um programa de formação para aprendizagem complexa: a possibilidade de promover a integração e a coordenação de todas as habilidades que constituem uma competência cognitiva complexa (objetivos integrados) e simultaneamente promova a construção de esquemas para aspectos não recorrentes e regras de automação para aspectos recorrentes de uma competência.

Ao realizar esta integração e coordenação, o programa de formação/curso possibilita a aprendizagem efetiva, ou seja, a capacidade de aplicar competências em uma ampla variedade de novas situações reais. Os aspectos familiares que os estudantes encontram nas situações em que ocorre a transmissão de conhecimentos podem ser reconhecidos por causa da disponibilidade de regras existentes, que também liberam recursos cognitivos que podem ser

utilizados para lidar com os aspectos desconhecidos das tarefas (VAN MERRIENBOER, 2019). Além disso, situações desconhecidas podem ser tratadas graças à disponibilidade dos esquemas cognitivos complexos. Este processo de transmissão de conhecimentos baseado em esquemas cognitivos torna-se eficaz quando o aprendiz utiliza conhecimentos adquiridos em situações anteriores na resolução de uma situação problema (MAYER, 2017). Acredita-se que a combinação dos dois processos de transmissão permita uma especialização reflexiva complexa porque esquemas complexos também podem ser usados para monitorar e avaliar o próprio desempenho, incluindo uma reflexão sobre a qualidade das soluções encontradas pela aplicação das regras (VAHLICK; SANTIAGO; RAABE, 2007).

Este raciocínio ganha reforço a partir dos estudos de Melo e Miranda (2016), nos quais os autores apregoam que as competências trabalhadas no contexto da aprendizagem complexa são classificadas como não-recorrentes ou recorrentes. No primeiro caso o processo de aprendizagem fundamental está associado à construção de esquemas cognitivos por meio da apresentação de modelos mentais, estratégias e feedback cognitivo. No segundo caso a aprendizagem está mais centrada na automação de regras, conseguida por meio da sua aplicação satisfatória. A combinação desses dois processos de aprendizagem visa promover a aprendizagem.

Quanto à aplicabilidade no campo do desenvolvimento de competências, van Merriënboer et al. (2019) afirmam que o modelo 4C/ID caracteriza-se pela análise de como os especialistas lidam com as tarefas profissionais na prática. Indivíduos experientes podem efetivamente desempenhar cada habilidade de uma competência porque possuem um conjunto complexo de esquemas cognitivos disponível que os auxilia no raciocínio do domínio da tarefa e na resolução do problema. As competências são analisadas quando as habilidades que a compõem e os conjuntos de esquemas habilitam o uso de um mesmo conhecimento frente a uma nova situação-problema.

No que diz respeito à sua implementação, para aplicar o modelo 4C/ID, é necessário dividir em pequenas partes o assunto que se pretende ensinar ao estudante. Essas partes precisam ter um objetivo único e estar relacionadas às partes anteriores, criando uma sequência do mais simples, fundamental ou concreto, para o mais complexo, composto ou abstrato (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009). Essa divisão resulta em aulas, e cada aula é estruturada nos quatro componentes do modelo 4C/ID, conforme ilustrado na figura 6.

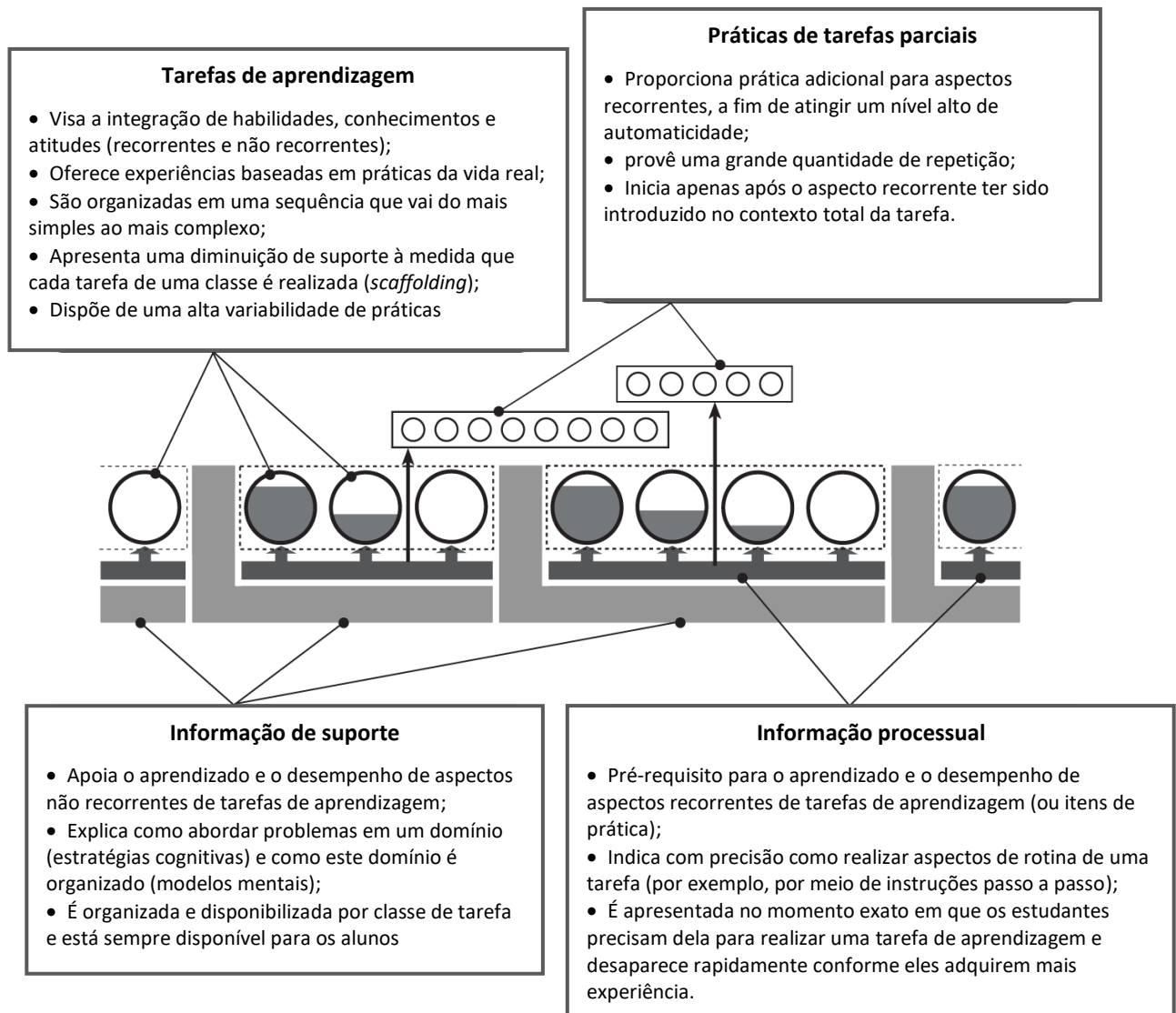


Figura 6 - Componentes do Modelo 4C/ID

Fonte: Kirschner e van Merriënboer, (2008, p. 47).

O texto a seguir busca detalhar os componentes para que haja maior compreensão das suas características.

5.1 COMPONENTE 1 - TAREFAS DE APRENDIZAGEM

As tarefas de aprendizagem procuram desenvolver a construção de esquemas por meio da abstração a partir de experiências concretas fornecidas ao estudante. O espaço educacional deve permitir que os aprendizes trabalhem nessas tarefas, que podem ser executadas de forma real ou simulada. Estas tarefas são experiências concretas e práticas em torno de um conceito e

são disponibilizadas aos estudantes com o propósito de promover a construção de esquemas, pois exigem a integração e coordenação de vários, se não todos, os aspectos do desempenho de tarefas da vida real, incluindo os aspectos relativos à resolução de problemas e ao raciocínio, diferentes em cada tarefa, e os aspectos recorrentes, consistentes em todas as tarefas.

Segundo van Merriënboer et al. (2019), a sequência de tarefas de aprendizagem é a espinha dorsal dos programas voltados para a aprendizagem complexa. Estas tarefas devem estar organizadas dentro de uma mesma classe e possuir o mesmo nível de dificuldade para que possam ser desempenhadas com base nos mesmos conhecimentos. São, contudo, diferentes nas dimensões que também variam na vida real, tais como o contexto em que a tarefa é desempenhada, a forma como é apresentada, a importância das características que a definem, entre outros. Cada nova classe de tarefas é mais difícil do que a anterior. Os estudantes recebem muito apoio e orientação ao trabalharem na primeira tarefa de aprendizagem de cada classe, mas esse apoio vai diminuindo à medida que o estudante progride e adquire mais experiência.

Neste sentido, é preciso que essas tarefas propiciem o desenvolvimento da prática integral de tarefas, ou seja, devem confrontar os estudantes com todas as habilidades que constituem um conjunto de competências. Para aspectos não recorrentes das competências, as tarefas de aprendizagem promovem a construção do esquema por processamento indutivo, ou seja, as tarefas de aprendizagem estimulam os estudantes na construção de um conjunto de esquemas cognitivos abstraindo as experiências concretas que essas tarefas promovem. Os conjuntos de esquemas a serem construídos vêm em duas formas: (a) modelos mentais que permitem a reflexão sobre a forma como a aprendizagem está organizada, e (b) estratégias cognitivas que orientam a resolução de problemas porque promovem uma reflexão sobre a forma como estes podem ser eficazmente abordados (VAN MERRIENBOER; CLARK; CROOCK, 2002).

No que diz respeito ao desenvolvimento das tarefas de aprendizagem, alguns procedimentos como a análise da complexidade do material e as informações que estão disponíveis para auxiliar o estudante na conclusão das tarefas devem ser observados. O texto a seguir busca descrever os itens classes de tarefas e suporte ao estudante, que são parte do componente tarefas de aprendizagem:

Classes de tarefas: devido ao seu enfoque, o modelo 4C/ID preconiza que não se deve oferecer tarefas de aprendizagem altamente complexas no início do programa de aprendizagem, pois isso provocaria uma sobrecarga cognitiva excessiva para os estudantes, o que prejudicaria

tanto o seu aprendizado quanto o seu desempenho (SWELLER; VAN MERRIEMBOER; PAAS, 2019).

Desta forma, os estudantes devem iniciar seus trabalhos com tarefas de aprendizagem relativamente simples e ir progredindo para tarefas mais complexas. A complexidade é afetada pelo número de habilidades constituintes da competência envolvida, pelo número de interações entre essas habilidades e pela quantidade de conhecimento necessário para executá-las. As classes de tarefas são utilizadas para definir categorias de tarefas de aprendizagem em uma escala que vai do “simples ao complexo” e para orientar o processo de seleção e desenvolvimento de tarefas de aprendizagem adequadas. As classes de tarefas e não as tarefas de aprendizagem individuais definem a sequência básica de um programa de aprendizagem desenvolvido de acordo com o modelo 4C/ID. Tarefas de aprendizagem dentro de uma mesma classe de tarefas são equivalentes à medida em que as tarefas podem ser realizadas utilizando os mesmos modelos mentais e estratégias cognitivas. Uma classe de tarefas mais complexa exige mais conhecimento ou maior elaboração do conhecimento para um desempenho eficaz (VAN MERRIENBOER; CLARK; CROOCK, 2002).

Conforme a visão dos autores, a ideia principal neste momento é utilizar uma abordagem de construção da prática, na qual a primeira classe de tarefas represente a versão mais simples de uma prática realizada por especialistas. A classe final de tarefas, por sua vez, representa todas as tarefas, incluindo as mais complexas, desempenhadas no mundo real por profissionais. Uma vez que as classes de tarefas são definidas, as tarefas de aprendizagem podem ser selecionadas e desenvolvidas para cada classe. O mesmo procedimento é feito para as classes de tarefas subsequentes, mais complexas. Os casos selecionados para cada classe de tarefas formam a base para as tarefas de aprendizagem a serem desenvolvidas. Para cada classe de tarefas, uma quantidade de casos suficiente é necessária para garantir que os estudantes estejam preparados o bastante para chegar à prática total com destreza (VAN MERRIËNBOER, 2019).

Convém notar que podem existir tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas que não estejam ordenadas das mais simples às mais complexas, nesse caso, elas são consideradas equivalentes em termos de dificuldade. No entanto, neste nível micro sequenciado, é muito importante que seja ofertada uma grande variabilidade de tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas, cuja distribuição se faz em ordem aleatória e diferencia-se umas das outras pela definição de características particulares, ou seja, o contexto em que a tarefa tem de ser realizada, a familiaridade com os conceitos da tarefa, ou quaisquer outras dimensões de tarefas que variam também no mundo real. Esta alta variação é necessária

para promover o desenvolvimento de ricos conjuntos de esquemas cognitivos, que permitirão uma transmissão de conhecimentos baseada em esquemas (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008).

Quanto ao suporte que deve ser dado para as tarefas de aprendizagem, embora não exista uma dificuldade crescente para estas tarefas, quando dispostas em uma mesma classe elas se diferenciam na quantidade oferecida. Muito suporte é dado para as tarefas de aprendizagem iniciais de uma classe de tarefas e nenhum suporte para a tarefa final da mesma classe. Isto é repetido para cada classe de tarefa subsequente, obtendo-se um padrão de suporte ao longo de todo o programa de aprendizagem (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019).

Um modelo geral é usado para distinguir as estruturas de suporte. De acordo com esse modelo, quatro elementos são necessários para nortear os trabalhos dos estudantes em uma tarefa de aprendizagem. São eles: (a) o estado em que um determinado estudante é confrontado com o problema; (b) os critérios para se chegar a um objetivo aceitável; (c) uma solução, ou seja, uma sequência de operações que permite a transição a partir de um estado inicial do problema até o objetivo, e (d) um processo de resolução de problemas, que pode ser entendido como uma tentativa de aplicação de operações mentais a fim de se chegar a uma solução (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009).

Este modelo é utilizado para fazer uma distinção entre suporte orientado aos resultados e suporte orientado ao processo. Suporte orientado aos resultados apenas diz respeito aos primeiros três elementos: o estado inicial, o objetivo e a solução. Já o suporte orientado ao processo também leva o próprio processo de resolução de problemas em consideração. O suporte orientado aos resultados é dado em menor ou maior grau por diferentes tipos de tarefas de aprendizagem. Um maior suporte orientado aos resultados é dado por um estudo de caso ou uma situação problema, que confronta o estudante com um determinado estado inicial, um objetivo pretendido e uma solução ou soluções intermediárias, ou ainda, ambas. A fim de despertar interesse no estudante, pode ser desejável utilizar estudos de caso que descrevam um evento envolvente. Normalmente, os estudantes têm de responder a perguntas que provocam profundo processamento e reflexão de concepções, bem como a indução de modelos mentais a partir dos exemplos dados. Ao analisar exemplos de soluções intermediárias, os estudantes têm uma ideia clara de como um determinado domínio mental está organizado (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009).

No caso do suporte orientado aos processos, o foco é o próprio processo de resolução de problemas. Um maior suporte é dado por meio de modelos, que aproximam o estudante do

especialista que está executando uma tarefa enquanto explica a razão pela qual a tarefa está sendo executada. Quando são utilizados estudos de caso, os estudantes têm muitas vezes que responder a perguntas que provocam um profundo processamento de informações, bem como uma indução de estratégias cognitivas a partir do exemplo estudado. Ao estudar esses exemplos, os estudantes têm uma ideia clara das abordagens sistemáticas e das regras e dicas que os profissionais utilizam (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009).

5.2 COMPONENTE 2 - INFORMAÇÕES DE SUPORTE

Segundo componente do modelo 4C/ID, as informações de suporte atuam como um apoio ao estudante fazendo uma ligação entre o conhecimento que ele já tem e o que é preciso para que ele desenvolva as tarefas (aspectos não recorrentes) necessárias para a realização de um trabalho. Este tipo de informação é importante para guiá-lo neste processo e tem caráter teórico, ou seja, é a informação geralmente obtida em livros e textos em geral. São essas informações que sustentam a aprendizagem e o desempenho dos aspectos não recorrentes das tarefas de aprendizagem e funcionam como uma ponte entre aquilo que os alunos já sabem e o que poderá ser útil saberem para trabalhar produtivamente nas tarefas de aprendizagem. Neste caso, os métodos instrucionais devem focar principalmente a elaboração, ou seja, o incremento dos esquemas pela instituição de relações não arbitrárias entre os elementos novos e os já conhecidos pelos estudantes (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008).

Em uma classe de tarefas, todas as tarefas de aprendizagem exigem o mesmo nível de conhecimento generalizado. Devido a este fato e por não se saber previamente que conhecimento é necessário para a execução satisfatória de uma tarefa, as informações de suporte não são vinculadas às tarefas individuais e sim às classes. Para cada classe de tarefas, informações de suporte são adicionadas ou rearranjadas de maneira a agregar o conhecimento adquirido. Isto permite que os estudantes realizem tarefas antes impossíveis porque atua na construção de esquemas cognitivos que auxiliam o estudante a desempenhar aspectos não recorrentes de uma competência (VAN MERRIËNBOER, 2019).

As informações de suporte são constituídas por modelos mentais, estratégias cognitivas e feedback cognitivo, os quais serão detalhados a seguir:

Modelos mentais: são representações de como o mundo está organizado e podem ser oriundos de conhecimentos obtidos a partir de casos concretos ou de conhecimentos abstratos.

Os modelos mentais podem ser classificados como conceituais, estruturais ou causais. Modelos conceituais (“O que é isso”) têm a preocupação em retratar como os elementos estão inter-relacionados e permitem a descrição ou classificação de objetos, eventos ou atividades. Modelos estruturais (“como isso está organizado”) descrevem como estratégias para o alcance de um objetivo podem estar relacionadas umas com as outras. Em terceiro lugar estão os modelos causais “(como isso funciona?)”, que auxiliam na interpretação de processos e na explicação de eventos. Estes modelos são habitualmente ilustrados com estudos de caso e pressupõem a existência de relacionamentos não arbitrários entre elementos do conhecimento (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009).

Quanto às abordagens utilizadas neste componente, entendem-se que podem ser do tipo indutivo ou dedutivo. Na abordagem indutiva, são apresentados estudos de caso como parte de uma informação de suporte e depois é solicitado aos estudantes que identifiquem os relacionamentos entre os fragmentos de informação ilustrados no caso. Este procedimento só deve acontecer se houver tempo disponível para propiciar um conhecimento profundo, levando em consideração que os estudantes não são experientes no assunto (MERRIL, 2002). Ainda segundo o autor, um segundo tipo de abordagem indutiva é a expositiva. Começa-se também com um ou mais estudos de caso, porém, após a apresentação, os relacionamentos entre os fragmentos de informação ilustrados em cada um desses casos são evidenciados e não mais identificados pelos estudantes. O modelo 4C/ID sugere esta abordagem como padrão.

A terceira alternativa é a abordagem dedutiva, na qual os estudantes, a partir de informações gerais e abstratas, aprendem a realizar tarefas inerentes ao estudo de caso. Um problema é que estudantes sem conhecimento prévio podem ter dificuldades severas com o entendimento de uma informação geral. Desta forma, este método deve ser utilizado somente quando os estudantes já possuem um conhecimento preexistente, uma familiaridade com a habilidade a ser desenvolvida ou ainda quando não é necessário um conhecimento profundo sobre o tema (MERRIL, 2002).

Estratégias cognitivas: assim como os modelos mentais, as estratégias cognitivas contêm, tanto conhecimento geral e abstrato, quanto casos concretos que exemplificam este conhecimento. Estratégias cognitivas descrevem abordagens sistemáticas à resolução de problemas, as chamadas SAPs (*Systematic Approaches to Problem solving*), que especificam as sucessivas etapas do processo de resolução de um problema e as regras básicas que podem ser úteis para a conclusão de cada fase de forma satisfatória. Os métodos instrucionais para apresentação de estratégias cognitivas se assemelham a métodos de apresentação de modelos

mentais e, em particular, modelos causais e estruturais. Os exemplos propiciam uma conexão entre a informação de suporte e as tarefas de aprendizagem pois cumprem a função de esclarecer por que decisões e ações em particular são tomadas (VAN MERRIËNBOER, 2019).

Feedback cognitivo: uma parte final da informação de suporte está relacionada ao feedback fornecido a partir do desempenho dos estudantes. Este processo diz respeito a aspectos não recorrentes e deve auxiliar na construção do conjunto de esquemas. Devido ao fato de o desempenho não poder ser classificado como correto ou incorreto e sim como mais ou menos efetivo, o feedback cognitivo é apenas fornecido depois do estudante ter acabado uma ou mais tarefas de aprendizagem, ou mesmo uma classe total de tarefas (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008). Segundo os autores, um feedback bem projetado deve estimular os estudantes a refletirem na qualidade do seu processo pessoal de resolução de problemas e a encontrar soluções, de modo que mais modelos mentais efetivos e estratégias cognitivas possam ser desenvolvidas. O feedback cognitivo convida muitas vezes os alunos a compararem criticamente as suas soluções com as soluções dos especialistas ou dos seus colegas.

5.3 COMPONENTE 3 - INFORMAÇÕES PROCESSUAIS (JUST IN TIME)

Segundo Vahldick, Santiago e Raabe (2007), este componente diz respeito à informação considerada pré-requisito para a aprendizagem e para o desempenho dos chamados aspectos recorrentes das tarefas de aprendizagem. Os métodos instrucionais relacionados a esse componente visam a incorporação de instruções procedimentais, ou seja, regras que definem por meio de algoritmos, o desempenho correto dos aspectos recorrentes das tarefas de aprendizagem.

Enquanto as informações de suporte dizem respeito a aspectos não recorrentes de uma tarefa de aprendizagem, as informações processuais ou JIT (*Just in Time*), estão relacionadas aos aspectos recorrentes, uma vez que funcionam como uma espécie de “ajuda técnica” fornecida aos estudantes para que eles consigam desempenhar uma determinada habilidade. A apresentação dessas informações se dá por meio de exemplos ou da assistência de tutores ou professores (VAN MERRIËNBOER, 2019). Devido ao caráter recorrente, as informações processuais são idênticas para muitas tarefas de aprendizagem, por isso são estrategicamente oferecidas durante a primeira tarefa de aprendizagem, que requer um determinado conhecimento e a partir daí vão sendo gradativamente diminuídas conforme os estudantes vão

se especializando. Essas informações são importantes à medida que atuam como primeiro nível de informação para estudantes com pouca habilidade em um determinado assunto.

O modelo 4C/ID pressupõe que as regras que auxiliam os estudantes a desempenharem de forma satisfatória os aspectos recorrentes de uma habilidade são formadas a partir da prática. Assim, quando as informações que os estudantes necessitam para desempenhar estas tarefas (regras ou procedimentos e a descrição de como os elementos de conhecimento, tais como fatos, conceitos e planos estão disponíveis na memória de trabalho), este processo é facilitado. As informações processuais, assim como os demais componentes, possuem itens que as compõem (VAN MERRIENBOER; CLARK; CROOCK, 2002). Estes itens são: informações de exibição, demonstrações e instâncias e retorno corretivo, que serão descritos com mais detalhes a seguir.

Informações de exibição: as informações processuais são divididas em unidades pequenas chamadas informações de exibição. Essa divisão tem o propósito de evitar a sobrecarga cognitiva durante a prática, ou seja, uma quantidade alta de novas informações sendo exibidas ao mesmo tempo (SWELLER, 2020).

Nas informações de exibição estão incluídas as especificações didáticas das regras que descrevem a execução correta e o conhecimento prévio necessário para a aplicação destas regras. As informações de exibição são caracterizadas como informações sobre “como fazer”. Embora seja interessante que as informações processuais sejam memorizadas antes da prática, de modo que estejam disponíveis aos estudantes quando estes precisarem delas, o caráter enfadonho assumido por esta ação, faz com que ela não seja incentivada pelo modelo 4C/ID (VAN MERRIENBOER, 2019). Sistemas de ajuda on-line, manuais e checklists podem ser uma boa alternativa nesses casos. É aconselhável ainda, que essas informações estejam facilmente acessíveis nas situações nas quais elas não estejam disponíveis quando os estudantes precisarem delas.

Demonstrações e instâncias: muitos dos elementos nas informações de exibição são generalizações, ou seja, informações gerais sobre uma habilidade recorrente. As regras são informações generalizadas porque podem ser aplicadas a uma infinidade de situações e conceitos. Nestas ocasiões é desejável utilizar exemplos para ilustrar estas generalizações (FLÔRES; TAROUCO; REATEGUI, 2009).

Para regras, cada exemplo é chamado demonstração, já para conceitos e planos, é chamado instância. Assim, para engajar o estudante no desenvolvimento das tarefas práticas integrais, o modelo 4C/ID sugere a adição de demonstrações e instâncias no contexto das tarefas

de aprendizagem. Desta forma, demonstrações dos aspectos recorrentes de uma habilidade complexa são mais bem retratados por meio dos exemplos e as instâncias, por meio de estudos de caso. Esta é uma abordagem dedutivo-expositiva, onde as generalizações (informações de exibição) são apresentadas simultaneamente aos exemplos (demonstrações e instâncias), os quais são parte da mesma tarefa de aprendizagem (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009).

Feedback corretivo: uma parte final das informações processuais diz respeito ao feedback fornecido ao estudante quanto ao seu desempenho. O estudante deve ser informado desta condição o mais rápido possível. Um feedback de qualidade deve informar ao estudante a causa do seu erro e disponibilizar uma sugestão ou dica, por meio de um exemplo ou demonstração, sobre como cumprir o objetivo proposto. Isto é importante não só para identificar a ação correta, mas também para que a compilação ocorra por meio da prática (VAN MERRIËNBOER, 2019).

5.4 COMPONENTE 4 - PRÁTICAS DE TAREFAS PARCIAIS

Este componente diz respeito aos itens de prática fornecidos aos estudantes a fim de promover regras de automação para aspectos recorrentes da competência. As tarefas de aprendizagem são projetadas de forma a promover, em um primeiro momento, a construção de esquemas cognitivos. Entretanto, elas também têm a função de facilitar a organização dos aspectos recorrentes porque proporcionam a repetição por meio da prática de habilidades rotineiras. Frequentemente, as tarefas de aprendizagem possibilitam a prática tanto dos aspectos recorrentes como dos aspectos não recorrentes de uma habilidade complexa, uma vez que as informações processuais são responsáveis pela codificação de novas informações a partir de regras e as informações de suporte pela elaboração do conjunto de esquemas a partir da informação recentemente obtida (VAN MERRIËNBOER, 2019).

No entanto, se um alto grau de automação de aspectos recorrentes em particular é requerido, as tarefas de aprendizagem podem não oferecer uma quantidade suficiente de repetições para que haja o aprendizado efetivo. Neste caso é necessário incluir a prática de tarefas parciais para os aspectos recorrentes da formação. As tarefas parciais são responsáveis pela organização de procedimentos ou regras e seu reforço subsequente. Este reforço caracteriza-se por ser um processo bastante lento e por isso necessita de uma quantidade

razoável de itens práticos. No caso de haver tempo disponível, este pode ser utilizado na aquisição de habilidades relacionadas à escala anterior da hierarquia do conhecimento.

Para iniciar uma tarefa prática parcial dentro de um contexto cognitivo apropriado é necessário que a primeira classe de tarefas para a qual é indicado um determinado nível de desempenho seja uma versão simplificada da competência a ser desenvolvida. Neste contexto são indicados estudos de caso ou outras tarefas de aprendizagem já trabalhadas pelo estudante com um amplo suporte. Esta abordagem permite que o estudante identifique as atividades necessárias para a integração dos aspectos recorrentes nas tarefas de aprendizagem (VAN MERRIENBOER; CLARK; CROOCK, 2002). O componente prática de tarefas parciais possui os elementos: a) itens práticos, Informações de suporte e *overtraining*, os quais são descritos mais detalhadamente a seguir:

Itens práticos: têm a função de viabilizar aos estudantes a realização repetida de habilidades recorrentes. É importante que haja uma diversidade de itens práticos e uma representação de todas as situações possíveis de serem trabalhadas por meio de regras. Para isto é necessário desenvolver um amplo conjunto de procedimentos específicos para cada situação que possa promover a aquisição de conhecimentos baseado em regras a serem empregadas em novos problemas. No caso de algoritmos altamente complexos, representados por grandes conjuntos de regras, pode ser necessário trabalhar com itens de prática mais simples e depois partir para itens mais complicados. Neste caso, o algoritmo é decomposto em partes e os estudantes são extensivamente treinados em cada uma delas separadamente antes de começarem a praticar a competência como um todo. Esta forma de sequenciamento é diferente da forma aplicada nas tarefas de aprendizagem, cuja construção dos esquemas segue uma abordagem que parte da classe mais simples para a mais complexa (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009)

Segundo van Merriënboer (2019), as tarefas de aprendizagem dentro da mesma classe de tarefas exibem uma alta variação e cada tarefa requer a integração e coordenação das habilidades envolvidas. Por outro lado, quebrar as tarefas em partes menores, treiná-las separadamente e então combiná-las em um todo, promove uma variabilidade mais baixa e facilita uma rápida automação de regras. No que diz respeito ao suporte, o desempenho de aspectos recorrentes não pode ser descrito como uma tentativa de aplicação de operações mentais a fim de encontrar uma solução (resolução de problemas). A aplicação das regras em si já é a solução e assegura o alcance do objetivo desejado. Neste caso, a aplicação das regras é mais importante do que encontrar a solução.

Informações de suporte para a prática de tarefas parciais: são informações relevantes na aplicação de uma regra particular e seu conhecimento é pré-requisito no momento em que esta regra tem de ser aplicada pelo estudante. Demonstrações da aplicação das regras e pré-requisitos não podem ser fornecidos como parte de uma tarefa de aprendizagem (no seu contexto total) mas são fornecidas separadamente e simultaneamente às informações de exibição. Uma demonstração deve indicar claramente o objetivo do procedimento, os materiais e outras peças do equipamento que será manipulado (fornecer instâncias concretas dos pré-requisitos), bem como a forma de execução do procedimento usando estes materiais. O feedback concernente ao desempenho obtido deve ser fornecido preferencialmente durante a prática, imediatamente depois de um passo específico em um procedimento ou aplicação de uma determinada regra (MELO; MIRANDA, 2016).

Overtraining: segundo van Merriënboer, Kirschner e Kester (2003), a prática de tarefas parciais leva a um desempenho correto de uma habilidade. Entretanto, uma quantidade de treino extra pode ser necessária para fazer a habilidade fluir automaticamente. Então, o principal processo de aprendizagem já não é a compilação, mas o reforço. Para habilidades que precisam ser desempenhadas automaticamente, o objetivo final nem sempre é o de precisão mais elevada. Na maioria das vezes, o objetivo é obter maior exatidão combinada com uma alta velocidade e ser capaz de executar a habilidade junto com outras habilidades no contexto da tarefa integral. A fim de alcançar este nível, a habilidade recorrente é praticada primeiramente sob a pressão da variável velocidade. Depois de o critério velocidade ter sido alcançado, a habilidade é praticada dividindo-se o tempo disponível com outras habilidades que também demandam esforços. Finalmente, a habilidade é praticada no contexto de tarefa total. Então, o critério de desempenho gradualmente muda a partir de a) precisão, b) precisão combinada com velocidade, c) precisão combinada com velocidade sob condições de tempo compartilhado ou trabalho total.

Relativamente curtos, os períodos espaçados de prática de tarefas parciais ou *overtraining* produzem resultados melhores do que períodos longos. Portanto, a prática de tarefas parciais entrelaça-se com as tarefas de aprendizagem porque propicia uma distribuição da prática e habilita os estudantes a relacionarem a habilidade recorrente à competência total (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008).

5.2. OS QUATRO COMPONENTES E OS DEZ PASSOS PARA A APRENDIZAGEM COMPLEXA

No que diz respeito aos aspectos de implementação do modelo, van Merriënboer e Kirschner (2008) apresentam uma abordagem prescritiva direcionada a professores, designers instrucionais e especialistas do campo do design instrucional. Tal abordagem visa embasar a construção de programas de aprendizagem voltados a currículos centrados no desenvolvimento de competências. Seu pressuposto básico é que projetos para aprendizagem complexa podem ser descritos a partir dos quatro componentes do modelo 4C/ID, cada um correspondendo a uma etapa específica do projeto instrucional.

O quadro 1 apresenta a segmentação do modelo e os respectivos passos pertencentes a cada um dos componentes.

Quadro 1 - Os quatro componentes e os Dez Passos para a Aprendizagem Complexa

Componentes do Modelo 4C-ID	Dez etapas para a aprendizagem complexa
Tarefas de aprendizagem	1. Desenho das tarefas de aprendizagem; 2. Sequenciamento das classes de tarefas; 3. Definição dos objetivos instrucionais;
Informações de suporte	4. Desenho das informações de suporte; 5. Análise de estratégias cognitivas; 6. Análise de modelos mentais;
Informações processuais	7. Desenho das informações processuais; 8. Análise das regras cognitivas; 9. Análise de pré-requisitos;
Prática de tarefas parciais	10. Desenho das práticas de tarefas parciais.

Fonte: Elaboração própria com base em van Merriënboer, e Kirschner (2008, p. 246).

Desta forma, o desenho das tarefas de aprendizagem corresponde à etapa 1, das informações de suporte corresponde à etapa 4, das informações processuais à etapa 7 e o das práticas de tarefas parciais à etapa 10. As seis demais etapas são complementares e realizadas quando necessário. A etapa 2, por exemplo, organiza as tarefas de aprendizagem por nível de complexidade, de modo a garantir que os alunos iniciem o trabalho com tarefas mais simples e gradativamente sigam para tarefas mais difíceis. A etapa 3 realiza a articulação dos objetivos instrucionais que o estudante precisa alcançar (nesta etapa são determinados se os objetivos

foram atingidos e dá aos estudantes o feedback necessário a respeito do seu desempenho). As etapas 5 e 6 objetivam uma análise aprofundada do conteúdo das informações de apoio necessárias para implementar os aspectos não recorrentes das tarefas de aprendizagem. Por fim, as etapas 8 e 9 visam um esquadramento das informações processuais necessárias para realizar aspectos recorrentes das tarefas de aprendizagem.

Em projetos instrucionais de implementação do Modelo 4C/ID, os alunos trabalham em tarefas que os ajudam a desenvolver uma base de conhecimento integrado por meio de um processo de aprendizagem indutiva, suscitando conhecimento a partir de experiências concretas (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009). Como resultado, cada tarefa de aprendizagem deve oferecer a prática integral, confrontando o aluno com todas ou quase todas as habilidades, conhecimentos e atitudes importantes para a realização da tarefa. Nesta abordagem de tarefa integral os alunos desenvolvem uma visão holística que é gradualmente refinada ao longo o programa, o que faz com que uma sequência de tarefas de aprendizagem seja considerada a estrutura básica de um programa direcionado à aprendizagem complexa.

Uma condição importante no desenho das tarefas de aprendizagem é que elas se diferenciem umas das outras da mesma forma que o são na vida real de forma que os estudantes possam abstrair informações mais gerais a partir dos detalhes de cada tarefa. Nesse sentido, são fortes as evidências de que essa variabilidade de práticas é importante para alcançar transferência de aprendizagem, tanto para tarefas relativamente simples quanto para tarefas altamente complexas (MERRIL, 2002). Outro ponto importante sobre as tarefas de aprendizagem é que no início de um programa, não devem ser utilizadas tarefas muito difíceis, com altas demandas de coordenação. Os estudantes precisam iniciar com tarefas relativamente fáceis e progredir em direção às mais difíceis. Categorias de tarefas de aprendizagem que agrupam tarefas com o mesmo grau de dificuldade são chamadas classes de tarefas e pressupõem que todas as tarefas pertencentes à uma mesma classe são equivalentes e podem ser realizadas com base no mesmo escopo de conhecimentos gerais. Neste sentido, uma classe de tarefas mais difícil requer mais conhecimento ou conhecimento mais apurado para um desempenho superior ao anterior.

Segundo van Merriënboer (2019), no que diz respeito ao suporte e à orientação, quando os alunos começam a trabalhar em uma tarefa nova, pertencente à uma nova classe de tarefas, é fundamental que recebam apoio e orientação para coordenar os diferentes aspectos de seu desempenho. O autor ainda reforça que o suporte das tarefas de aprendizagem consiste em fornecer assistência aos alunos durante a busca e o desenvolvimento dos produtos finais

solicitados pela tarefa (ou seja, é orientado para o produto). Já a orientação é voltada ao processo de solução e concentra-se no fornecimento de assistência aos alunos no que diz respeito aos processos inerentes à resolução satisfatória das tarefas de aprendizagem (ou seja, é orientado para o processo).

É importante ressaltar que o suporte e a orientação vão diminuindo à medida em que os alunos adquirem mais experiência. Esse processo é denominado *scaffolding* (uma alusão aos andaimes que vão sendo retirados em uma construção à medida em que ela vai sendo construída) (VAHLICK; SANTIAGO; RAABE, 2007).

A trajetória das tarefas de aprendizagem com alto suporte para as tarefas de aprendizagem sem suporte é realizada pelo continuum de técnicas que variam a partir de estudos de caso totalmente resolvidos a exemplos parcialmente elaborados. Em um programa de formação, cada classe de tarefa começa com uma ou mais tarefas de aprendizagem amparada por um alto nível de suporte e orientação (indicado pelos círculos em cinza), continua com as tarefas de aprendizagem que apresentam um nível inferior de suporte e orientação e termina com tarefas convencionais sem qualquer suporte e orientação (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008), conforme indicado pelo preenchimento dos círculos:



Figura 7 - Classes de tarefas de aprendizagem

Fonte: van Merriënboer, e Kirschner (2008, p.248).

A organização do suporte e da orientação, previstos pelo Modelo 4C/ID também leva em consideração dois tipos de habilidades com as quais os estudantes serão confrontados. O modelo 4C/ID preconiza que nem todas as habilidades são iguais, algumas são derivadas de processos baseados em esquemas mentais e outras de processos baseados em aplicação de regras, sendo que ambos os tipos são aplicados de várias maneiras, conforme a situação problema. Nesse sentido, as habilidades são classificadas como não recorrentes quando são desenvolvidas a partir de processos baseados em esquemas construídos depois de um treinamento (VAN MERRIËNBOER; KIRSCHNER, 2008).

Essas habilidades são aplicadas na resolução de problemas e aspectos relacionados ao raciocínio. Já as habilidades classificadas como recorrentes são desenvolvidas a partir de processos baseados na aplicação de regras. A classificação das habilidades como não

recorrentes ou recorrentes é importante porque os métodos instrucionais necessários para sua aquisição são muito diferentes. É o caso, por exemplo, das informações disponibilizadas aos estudantes como auxílio durante a realização das tarefas de aprendizagem. Para desenvolvimento de habilidades não recorrentes, o modelo 4C/ID utiliza as informações de suporte. Este tipo de informação específica como um domínio de aprendizagem é organizado e como os problemas são abordados neste domínio. Sua função é facilitar a construção do esquema mental de modo que os alunos possam processar de forma profunda as novas informações conectando-as a esquemas já existentes na memória. As informações de suporte são relevantes para o desenvolvimento das tarefas de aprendizagem pertencentes à uma mesma classe de tarefas porque normalmente é apresentada antes dos alunos começarem a trabalhar em uma nova classe, permanecendo disponíveis durante todo o trabalho relativo à essa classe (VAN MERRIËNBOER; KESTER, 2009). A área disposta em forma de L representa este tipo de informação e está descrita na figura 8.



Figura 8 - Informações de suporte

Fonte: van Merriënboer, e Kirschner (2008, p.248).

Já as informações processuais são importantes para o desenvolvimento de habilidades recorrentes. Este tipo de informação específica como realizar os aspectos de rotina necessários à conclusão das tarefas de aprendizagem e é fornecido preferencialmente de forma objetiva, como um passo a passo. Isso facilita a automação de regras, tornando as informações acessíveis durante o desenvolvimento da tarefa de forma que possa ser incorporado por meio da compilação do conhecimento (VAN MERRIËNBOER, 2019). As informações processuais são relevantes para os aspectos de rotina das tarefas de aprendizagem porque são apresentadas para os alunos no momento exato que eles precisam delas para realizar uma tarefa, desaparecendo após sua conclusão. A figura 9 apresenta as informações processuais no esquema geral do Modelo 4C/ID, representadas pelas barras negras ligadas a cada tarefa de aprendizagem:



Figura 9 - Informações processuais.

Fonte: van Merriënboer, e Kirschner (2008, p.248).

Embora as tarefas de aprendizagem visem promover a prática completa das tarefas, é possível que situações que requeiram um nível muito alto de automaticidade necessitem de um reforço nessas práticas. Quando isso acontece, o Modelo 4C/ID indica a realização das práticas de tarefas parciais. Nestes casos, a série de tarefas de aprendizagem pode não fornecer repetição suficiente para alcançar esse nível, demandando, desta forma, uma prática adicional denominada prática de tarefas parciais, que facilita a automação de regras por meio de um processo de reforço no qual as regras cognitivas são reforçadas cada vez que sua aplicação for bem-sucedida (VAN MERRIENBOER; AYRES, 2005). A figura 10 demonstra o componente prática de tarefas parciais representado por uma série de pequenos círculos:

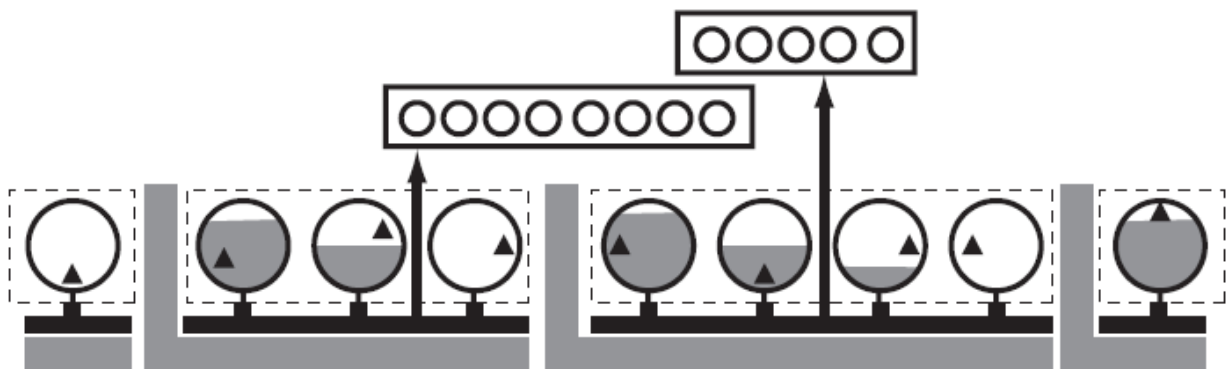


Figura 10 - Práticas de tarefas parciais.

Fonte: van Merriënboer, e Kirschner (2008, p.249).

A figura 11 apresenta o processo integral do design da aprendizagem complexa:

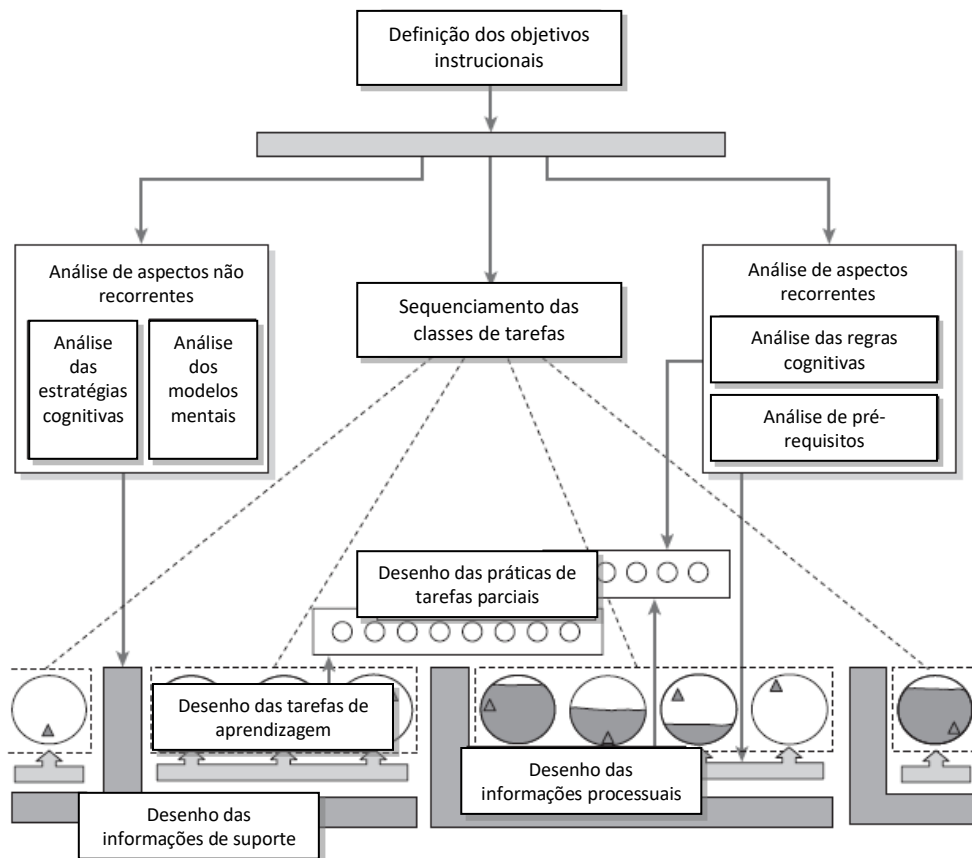


Figura 11 - As dez atividades de design para a aprendizagem complexa.

Fonte: Elaboração própria com base em van Merriënboer, e Kirschner (2008, p.249).

As caixas retangulares mostram as dez atividades que devem ser realizadas para se projetar adequadamente um plano de formação voltado à para aprendizagem complexa, segundo o Modelo 4C/ID. O texto a seguir explica os diferentes elementos da figura, de baixo para cima.

A parte inferior da figura é idêntica ao que já foi exposto, ou seja, para cada classe de tarefas, as tarefas de aprendizagem são projetadas de forma a oferecer aos estudantes tarefas inteiras que variam em um determinado nível de dificuldade, iniciando com as mais fáceis até chegarem ao padrões pré-especificados para este nível, permitindo, após sua conclusão, que seja dada continuidade para a próxima classe de tarefas mais complexas ou difíceis. O desenho das informações de suporte é aplicado a todas as informações que podem ajudar os estudantes na realização das atividades que requerem raciocínio e uso de aspectos não recorrentes quando estiverem executando uma das tarefas de aprendizagem pertencentes à uma classe de tarefas específica.

No caso das informações processuais, o desenho diz respeito às informações que especificam exatamente como os estudantes podem executar procedimentos de rotina

necessários para o cumprimento das tarefas de aprendizagem. E, finalmente, o desenho das práticas de tarefas parciais, que podem ser fundamentais quando houver necessidade de um nível mais alto de automaticidade. A parte do meio da figura contém cinco atividades. A atividade central, denominada sequência de classes de tarefas, descreve uma progressão de tarefas nas quais os alunos podem trabalhar que vai do fácil ao difícil. Nesta atividade, as tarefas são organizadas de tal forma que a aprendizagem é otimizada, sendo que a classe de tarefas menos complexa pertence a um nível inicial e a classe de tarefa mais complexas ou difíceis localiza-se em um nível final, definido a partir dos objetivos de desempenho planejados para curso (VAN MERRIËNBOER, 2019).

A análise de estratégias cognitivas e dos modelos mentais são essenciais para que os estudantes possam desempenhar os aspectos não recorrentes necessários para a realização da tarefa. O estudo de estratégias cognitivas responde à pergunta “Como os especialistas abordam sistematicamente os problemas no domínio desta tarefa?” e a análise de modelos mentais, “Como o domínio está organizado?”. A abordagem sistemática resultante da resolução de problemas e da esquematização dos modelos de domínio são usados como base no desenho das informações de suporte de uma classe de tarefas específica (VAHL DICK; SCHOEFFEL; MOSER, 2019). Para os autores a verificação das regras cognitivas e do conhecimentos pré-requisito para a realização das tarefas são necessários para que os estudantes possam realizar uma tarefa. A análise das regras cognitivas identifica a parêntese condição-ação (SE condição, ENTÃO ação), que faculta aos especialistas a execução de aspectos de rotina das tarefas de forma automática. A análise do conhecimento prévio, pré-requisito para o cumprimento da tarefa, identifica o que os estudantes precisam para saber aplicar corretamente esses pares de condição-ação. Juntos, os resultados dessas análises fornecem a base para a concepção de informações processuais. Além disso, os pares de condição-ação ajudam a identificar itens práticos para uma prática de tarefas parciais.

A parte superior da figura contém apenas uma atividade - a definição de objetivos de desempenho. O fato de a aprendizagem complexa lidar com conjuntos altamente integrados de objetivos de aprendizagem torna essencial a decomposição de uma competência em uma hierarquia que descreve todos os aspectos ou habilidades relevantes para a realização das tarefas da vida real. Conforme indicado pelas setas, algumas atividades proveem contribuições preliminares para as demais. Este fato sugere que a melhor ordem para a sua realização seria definir os objetivos de desempenho em primeiro lugar e, após, determinar o sequenciamento das classes de tarefas, finalizando com a análise dos aspectos recorrentes e não recorrentes.

O modelo apresentado enfatiza a interdependência dos elementos na constituição de um sistema instrucional e reconhece a natureza dinâmica desta interdependência. Tal abordagem é sistemática e sistêmica. É sistemática porque o paradigma entrada-processamento-saída, no qual as saídas de um determinado elemento servem como entradas para outros e as saídas de atividades específicas de desenho servem como entradas para outras atividades é inerente ao modelo. Ao mesmo tempo é também sistêmica porque o desempenho ou função de cada elemento é afetado ou afeta direta ou indiretamente um ou mais elementos, tornando o processo de desenho altamente dinâmico e não linear.

6 UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO PARA A EAD

Neste trabalho o produto educacional constitui-se em um protótipo de uma unidade de aprendizagem de um curso on-line voltado a docentes, formatado segundo as diretrizes do modelo 4C/ID e cujo conteúdo também aborde os conceitos do modelo citado. A forma final do protótipo é a Matriz Instrucional da unidade, ou seja, um instrumento de planejamento por meio do qual é realizado o detalhamento dos objetivos, recursos e ferramentas das atividades dinâmicas e complexas de aprendizado. A matriz elaborada explora as estratégias instrucionais e as tecnologias de aprendizagem propostas em uma ferramenta de design instrucional denominada mapa de atividades, um recurso que tem por objetivo elencar as atividades a serem propostas na unidade de aprendizagem, de uma forma geral.

É relevante ressaltar que para o adequado desenvolvimento do mapa de atividades e da matriz de design instrucional, é importante conhecer os conceitos que embasam este importante elemento a ser considerado no projeto de um curso – a unidade de aprendizagem. Segundo Filatro (2008), a unidade de aprendizagem é uma unidade atômica ou elementar que contém as partes necessárias ao processo de ensino/aprendizagem. Pode ser tão extensa quanto o currículo completo de um curso de graduação com quatro anos de duração ou tão pequena como uma atividade de aprendizagem de 15 minutos.

Assim, este trabalho apresenta como produto educacional a matriz de design instrucional de uma unidade de aprendizagem construída a partir do mapa de atividades e cujo conteúdo contemple os conceitos, finalidades e aplicabilidade do Modelo 4C/ID. Esta unidade de aprendizagem foi construída observando as diretrizes do próprio modelo, contemplando as orientações quanto ao desenvolvimento das tarefas de aprendizagens, informações processuais e de suporte e as práticas das tarefas, implementadas por meio de ferramentas EaD e embasadas por metodologias ativas.

A construção do mapa de atividades e matriz de design instrucional para a unidade de aprendizagem referente à aula 01 permite a sua implementação por meio de um curso on-line de formação continuada direcionado a professores que queiram atuar na construção de materiais instrucionais voltados à EaD.

Faz-se pertinente entretanto, mencionar que neste trabalho foram desenvolvidos somente o mapa de atividades e a matriz de design instrucional referentes à aula 01, denominada “O processo cognitivo humano”.

O quadro 02 apresenta uma panorama geral das unidades de aprendizagem que compõem o curso on-line proposto.

Quadro 2 - Estrutura de aulas proposta para o curso on-line.

Curso: O Modelo 4C/ID			
Carga horária: 40 horas / Ambiente virtual: Moodle			
Aula/semana (período)	Unidade (tema principal)	Sub-unidades (subtemas)	Objetivos
Aula 01 10 horas	O processo cognitivo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de trabalho; • Carga cognitiva intrínseca; • Carga cognitiva relevante; • Carga cognitiva externa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever a estrutura cognitiva humana; • Identificar os elementos do cotidiano e relacioná-los com o conteúdo a ser aprendido; • Construir esquemas sobre o conteúdo para usá-los na compreensão da simulação do fenômeno; • Contrastar os esquemas recém adquiridos com os já presentes na memória de longo prazo e relacioná-los; • Comparar o conhecimento prévio com o atual e elaborar novos esquemas complexos para armazenar na memória de longo prazo.
Aula 02 10 horas	Teorias de apoio	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria da aprendizagem multimídia; • Teoria da sobrecarga cognitiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os conceitos das teorias da Aprendizagem multimídia e da sobrecarga cognitiva; • Aplicar os princípios das teorias citadas de forma a maximizar a aprendizagem. • Compreender a forma como os seres humanos aprendem.
Aula 03 10 horas	O modelo 4C/ID	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico; • Conceitos iniciais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a estrutura do modelo 4C/ID; • Identificar o processo e os pressupostos metodológicos do Modelo 4C/ID.
Aula 04 10 horas	Componentes do modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas de aprendizagem; • Informações de suporte; • Informação JIT; • Tarefas Parciais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as funções e a aplicabilidade dos componentes do Modelo 4C/ID • Aplicar as definições dos componentes no design instrucional de uma unidade de aprendizagem.

6.1 O MAPA DE ATIVIDADES

No que se refere ao mapa de atividades, entende-se que é um recurso utilizado para apresentar o planejamento do conteúdo por meio das atividades teóricas e práticas a serem desenvolvidas em uma disciplina (FIGUEIREDO; MATTA, 2012). Ele traz informações importantes sobre as ferramentas do ambiente virtual que serão utilizadas, assim como as

mídias, valor e duração de cada atividade em sua respectiva aula e com os objetivos específicos que se espera serem alcançados. Por meio do mapa de atividades é possível apresentar aos atores envolvidos na implementação de um componente curricular e seu planejamento global. A função do mapa de atividades é explicitar a organização e o funcionamento da disciplina, cuja estrutura se constitui em uma tabela com os dados: a) Aula/Semana (período); b) Unidade (tema principal); c) Subunidades (Subtemas); d) Objetivos Específicos; e) Atividades Teóricas e Recursos/Ferramentas de EaD e f) Atividades Práticas e Recursos/Ferramentas de EaD.

O objetivo do mapa de atividades é fazer com que o professor tenha condições de diversificar sua forma de planejamento e não padronizar as ações privilegiando apenas a leitura e os exercícios de fixação. Como cada aula está planejada em uma linha é possível analisar quanto robusto está o planejamento, em termos de carga horária, duração, volume e complexidade das atividades, fazendo uma análise horizontal. Ao mesmo tempo através de uma análise vertical do mapa de atividades é possível avaliar a variabilidade e dinamismo das aulas, por meio de suas várias possibilidades midiáticas e de interação (FIGUEIREDO; MATTA, 2012).

O mapa de atividades trata do planejamento da aula 1 do curso “O Modelo 4C/ID” cujo tema principal aborda a forma como se dá o processo cognitivo nos seres humanos. Esta aula tem a duração de 7 dias com uma carga horária de 10 horas. A carga horária deve refletir o tempo que um aluno mediano gastaria para realizar todas as atividades e ainda estudar o tema. As colunas 2 e 3 apresentam o conteúdo da aula. Os objetivos específicos devem retratar as ações que o professor poderá verificar se o aluno foi capaz de realizar e alcançar ao final da aula. Sugere-se que sejam estabelecidos utilizando a Taxonomia de Bloom uma vez que se deseja envolver os alunos em atividades significativas que comecem com clara especificação de suas metas e objetivos (SPINDLER, 2015).

As atividades teóricas apresentam o conteúdo desta aula utilizando objetos de aprendizagem. A seguir os estudantes devem realizar cinco atividades práticas das quais três são realizadas em grupo e duas são realizadas individualmente. No que diz respeito ao planejamento apresentado no mapa de atividades optou-se pela adoção de dinâmicas de grupo virtuais por meio da plataforma Google Meet. Após lerem os textos propostos, os quais contém situações problema, os estudantes devem realizar discussões em grupo utilizando as metodologias: a) Técnica de Phillips, que consiste em levar um grande grupo a fracionar-se em grupos com seis pessoas com a finalidade de discutirem um tema ou uma questão; b) Roda de conversa, cuja proposta é de que ao invés de somente escutar o que os professores estão ensinando, os estudantes tenham a oportunidade de dar a sua opinião, ouvir e aprender com os

colegas; c) Juri pedagógico, uma técnica que possibilita o treinamento de respostas às questões propostas, levando o grupo a uma atenção quanto à confirmação ou rejeição às respostas oferecidas.

As atividades individuais consistem em criar e compartilhar uma apresentação de slides interativos (Portfólio) sobre o conteúdo estudado na aula utilizando o aplicativo Mentimeter e desenvolver uma figura interativa sobre os conceitos abordados, usando o aplicativo Thinglink.

O quadro 03, apresentado a seguir descreve o Mapa de atividades referente ao produto educacional produzido neste trabalho.

Quadro 3 - Mapa de atividades

Mapa de Atividades					
Aula/semana (período)	Unidade (tema principal)	Sub-unidades (subtemas)	Objetivos específicos	Atividades teóricas e recursos/ferramentas EaD	Atividades práticas e recursos/ferramentas EaD
Aula 01 10 horas	O processo cognitivo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de trabalho; • Memória de longa duração; • Carga cognitiva intrínseca; • Carga cognitiva relevante; • Carga cognitiva externa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever a estrutura cognitiva humana; • Identificar os elementos do cotidiano e relacioná-los com o conteúdo a ser aprendido; • Construir esquemas sobre o conteúdo para usá-los na compreensão da simulação do fenômeno; • Contrastar os esquemas recém adquiridos com os já presentes na memória de longo prazo e relacioná-los; • Comparar o conhecimento prévio com o atual e elaborar novos esquemas complexos para armazenar na memória de longo prazo. 	<p>Atividade 01: assistir ao vídeo “A física do voo do Superman”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=bjYTEFbQzgw Ferramenta: página Mídia: vídeo Componente do modelo: Informação de suporte referente à classe de tarefas 01</p> <p>Atividade 02: ler o texto explicativo “Entenda o que é a carga cognitiva e como ela influencia o aprendizado” disponível em https://micropowerglobal.com/carga-cognitiva/ Ferramenta: página Mídia: hiperlink Componente do modelo: Informação de suporte referente à classe de tarefas 01</p> <p>Atividade 03: assistir ao vídeo de apoio “Como participar de uma reunião no Google Meet”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=JumvG94j5O8 Ferramenta: Página</p>	<p>Atividade 09: compartilhar com a sala as impressões sobre uma situação problema apresentada. Ferramenta: roda de conversa Mídia: Google Meet Avaliativa: sim Valor/peso: 10/1 Duração: 1 hora Componente do modelo: tarefa de aprendizagem (classe de tarefas 01)</p> <p>Atividade 10: defender os argumentos e ideias elaborados pelo grupo a respeito do artigo “A contribuição dos princípios da Teoria da Carga Cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia” (SANTOS; TAROUCO, 2008) Ferramenta: júri pedagógico Mídia: Google Meet Avaliativa: sim Valor/peso: 10/2 Duração: 2 horas Componente do modelo: tarefa de aprendizagem (classe de tarefas 01)</p>

				<p>Mídia: vídeo Componente do modelo: Informação processual referente à tarefa de aprendizagem (atividade 09)</p> <p>Atividade 04: ler o texto de apoio “Juri Pedagógico”, disponível em https://padlet.com/elianabario/vqjm1lmoxi4i98b3 Ferramenta: Página Mídia: hiperlink Componente do modelo: Informação processual referente à tarefa de aprendizagem (atividade 10)</p> <p>Atividade 05: Assistir ao vídeo de apoio “Como criar sua primeira apresentação com a Mentimeter”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=zDWkAnG0Us0 Ferramenta: Página Mídia: vídeo Componente do modelo: Informação processual referente à tarefa de aprendizagem (atividade 11)</p> <p>Atividade 06: ler o texto explicativo “Memória, aprendizagem, emoções e inteligência” disponível em https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/132515/000982720.pdf?sequence=1&</p>	<p>Atividade 11: criar e compartilhar uma apresentação de slides interativos (Portfólio) sobre o conteúdo estudado. Ferramenta: apresentação Mídia: Mentimeter Avaliativa: sim Valor/peso: 10/3 Duração: 2 horas Componente do modelo: tarefa de aprendizagem (classe de tarefas 01)</p> <p>Atividade 12: discutir com seu sub grupo uma situação problema proposta pelo professor mediador. Em seguida o grupo deverá apresentar uma conclusão por meio do relator. Ferramenta: Técnica de Phillips Mídia: Google Meet Avaliativa: sim Valor/peso: 10/2 Duração: 2 horas Componente do modelo: tarefa de aprendizagem (classe de tarefas 02)</p> <p>Atividade 13: criar uma figura interativa a partir da imagem “Modelo de balanceamento das cargas cognitivas” (SANTOS; TAROUCO, 2008)</p>
--	--	--	--	--	---

				<p>isAllowed=y (classe de tarefas 02) Ferramenta:Arquivo Mídia: link Componente do modelo: Informação de suporte referente à classe de tarefas 02</p> <p>Atividade 07: ler o texto de apoio “Técnicas de Phillips”, disponível em https://padlet.com/elianabario/n/vqjm1lmoxi4i98b3 Ferramenta:Página Mídia: PDF Componente do modelo: Informação processual referente à tarefa de aprendizagem (atividade 12)</p> <p>Atividade 08: assistir ao video de apoio “Criar imagens interativas com o ThingLink”, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=8PdXYiTl6jM Ferramenta:Página Mídia: vídeo Componente do modelo: Informação processual referente à tarefa de aprendizagem (atividade 13)</p>	<p>Ferramenta: figura interativa Mídia: Thinglink Avaliativa: sim Valor/peso:10/3 Duração: 2 horas Componente do modelo: tarefa de aprendizagem (classe de tarefas 02)</p>
--	--	--	--	--	--

Fonte: elaboração própria

6.2 A MATRIZ DE DESIGN INSTRUCIONAL

Já no que diz respeito à matriz instrucional, segundo Filatro (2008), é por meio dela que é possível definir quais atividades serão necessárias para atingir os objetivos, bem como elencar qual conteúdo ou ferramentas serão precisos para a realização das atividades. É importante mencionar que algumas atividades práticas descritas no mapa de atividades demandam uma explicação mais detalhada e, em decorrência disso, utiliza-se a Matriz de Design Instrucional para fornecer informações adicionais acerca de atividades laborais. Por meio da matriz é possível, ainda, estabelecer como se dará a avaliação do alcance dos objetivos e organizar as atividades em um fluxo. Na matriz de design instrucional é possível explicitar os critérios de avaliação, para cada etapa, assim como o planejamento da interação na atividade, seus prazos e as ferramentas do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) que serão utilizadas. Outro aspecto relevante do uso da matriz de design instrucional é a possibilidade de descrever o que se espera como produção dos alunos, em todos os seus detalhes, tais como mídia e formato, por exemplo. Se houver necessidade de materiais de apoio, como vídeos, textos, indicação de sites, entre outros, há um campo para esta identificação. O processo de devolutiva por meio de feedback também pode ser detalhado, apresentando prazos e responsabilidades do avaliador.

A Matriz de Design Instrucional produzida neste trabalho é apresentada no quadro 04.

Quadro 4 - Matriz de Design Instrucional

Ambiente virtual de aprendizagem: Google Classroom	Curso: Modelo 4C/ID Disciplina: O processo cognitivo humano	
Identificação da atividade, conforme o mapa de atividades	Detalhamento da Atividade	
Aula 01 Atividade 09	<p>Título: Roda de conversa</p> <p>Descrição / proposta:</p> <p>Tarefa 1: A dinâmica implica em cada aluno ler antecipadamente uma situação problema escolhida pelo professor mediador de aprendizagem. A situação problema deverá narrar uma situação real ou fictícia que represente um desafio para o estudante e que contemple os conceitos abordados nos vídeos e textos contidos nas atividades 01, 02 e 03.</p> <p>Tarefa 2: Depois de assistir aos vídeos e realizar a leitura dos textos e da situação problema os estudantes devem acessar o Google meet e responder às questões reflexivas sobre carga cognitiva propostas pelo professor mediador. Eles devem participar da discussão trazendo argumentos que balizem sua opinião. O professor deverá acolher as contribuições dos alunos e fazer um compilado ao final da reunião virtual.</p>	
	Objetivo(s): Identificar a arquitetura cognitiva humana e sua aplicação no cotidiano dos indivíduos.	
	<p>Critérios / avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interação com os colegas; - Argumentação consistente. - Domínio dos conceitos chave abordados no material da aula. 	
	<p>Tipo de interação:</p> <p>Tarefa 1: individual</p> <p>Tarefa 2: grupo</p>	<p>Prazo:</p> <p>Tarefas 1: 4 dias</p> <p>Tarefa 2: 01 hora</p>
	<p>Ferramenta(s): Google Meet</p>	
	<p>Conteúdo(s) de apoio e complementar(es)</p> <p>Ferramenta: página</p> <p>Mídia: Vídeo “A física do voo do Superman”</p> <p>Ferramenta: página</p> <p>Mídia: arquivo (PDF) “Entenda o que é a carga cognitiva e como ela influencia o aprendizado”</p> <p>Ferramenta: página</p> <p>Mídia: Vídeo “Como participar de uma reunião no Google Meet”</p>	
	<p>Produção dos alunos / avaliação:</p> <p>Explicação dos conceitos aplicados na resolução da situação problema.</p>	
	<p>Feedback: Em até 2 (dias) após o prazo de realização da atividade.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comentários do professor sobre as colocações do estudante acerca da situação problema. - Envio da nota aos alunos 	

Identificação da atividade, conforme o mapa de atividades	Detalhamento da Atividade		
Aula 01 Atividade 10	<p>Título: Juri pedagógico</p> <p>Descrição / proposta:</p> <p>O professor deve apresentar uma situação-problema que estimule a capacidade de argumentação dos alunos e o confronto de ideias, a partir do conhecimento adquirido com a leitura dos materiais de estudo, da situação-problema proposta e das opiniões e críticas produzidas pelos alunos. Em seguida, os estudantes são estimulados a ambientar um júri composto essencialmente por quatro representantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Advogados de defesa da ideia central apresentada pela situação problema; • Advogados de acusação; • Jurados (que devem ser divididos em equipe: pessoas responsáveis pelo julgamento do caso); • Juiz. <p>Ao final o professor deve pontuar os conceitos e argumentos apresentados pelos estudantes e compilar os resultados.</p>		
	<p>Objetivo(s): Identificar elementos do cotidiano e relacioná-los com o conteúdo a ser aprendido.</p>		
	<p>Critérios / avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interação com os colegas; - Argumentação consistente. - Domínio dos conceitos chave abordados no material da aula. - Respeito à diversidade de opiniões. 		
	<p>Tipo de interação: Grupo</p>	<p>Prazo: 02 horas</p>	<p>Ferramenta(s): Google Meet</p>
	<p>Conteúdo(s) de apoio e complementar(es)</p> <p>Ferramenta: página Mídia: arquivo (PDF) “A contribuição dos princípios da Teoria da Carga Cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia” Ferramenta: página Mídia: Vídeo “Como participar de uma reunião no Google Meet”</p>		
	<p>Produção dos alunos / avaliação: Argumentação sobre a aplicação dos conceitos aprendidos na resolução da situação problema.</p>		
	<p>Feedback: Em até 2 (dias) após o prazo de realização da atividade.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comentários do professor sobre as colocações do estudante acerca da situação problema. - Envio da nota aos alunos 		

Identificação da atividade, conforme o mapa de atividades	Detalhamento da Atividade		
Aula 01 Atividade 11	Título: Portfólio Descrição / proposta: Criar e compartilhar uma apresentação de slides interativos sobre o conteúdo estudado.		
	Objetivo(s): Construir esquemas sobre o conteúdo para usá-los na compreensão da simulação do fenômeno;		
	Critérios / avaliação: - Realização da tarefa dentro do prazo - Organização das informações e conteúdos - Utilização de recursos como vídeos e figuras		
	Tipo de interação: Individual	Prazo: 02 horas	Ferramenta(s): Mentimeter
	Conteúdo(s) de apoio e complementar(es) Ferramenta: página Mídia: Vídeo “Como criar sua primeira apresentação com a Mentimeter”		
	Produção dos alunos / avaliação: Portfólio (apresentação de slides interativos)		
	Feedback: Em até 2 (dias) após o prazo de realização da atividade. - Comentários do professor sobre a produção da apresentação (quantidade de informações, distribuição dos recursos e conceitos apresentados). - Envio da nota aos alunos		

Identificação da atividade, conforme o mapa de atividades	Detalhamento da Atividade		
Aula 01 Atividade 12	<p>Título: Técnica de Phillips</p> <p>Descrição / proposta:</p> <p>A dinâmica consiste em fracionar o grupo de estudantes em subgrupos com seis pessoas, cuja finalidade é a discussão de uma situação problema proposta pelo professor mediador e relacionada ao conteúdo estudado. Diante da proposta, o subgrupo pensará durante um minuto e cada estudante deverá expor suas ideias. Após cada membro ter se expressado, haverá a discussão livre e espontânea dessas ideias dentro do subgrupo. Feito isso, será elaborado um resumo das conclusões anotadas pelo relator. Encerrada a discussão nas reuniões grupais, o professor deve convidar todos os subgrupos a reunirem-se novamente e cada relator deverá apresentar as conclusões do seu grupo.</p>		
	Objetivo(s): Contrastar os esquemas recém adquiridos com os já presentes na memória de longo prazo e relacioná-los		
	<p>Critérios / avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interação com os colegas; - Organização de ideias. - Aplicação dos conceitos chave abordados no material da aula. 		
	Tipo de interação: Grupo	Prazo: 02 horas	Ferramenta(s): Google Meet
	<p>Conteúdo(s) de apoio e complementar(es)</p> <p>Ferramenta: página</p> <p>Mídia: arquivo (PDF) “Memória, aprendizagem, emoções e inteligência”</p> <p>Ferramenta: página</p> <p>Mídia: hiperlink “Técnicas de Phillips”</p>		
	<p>Produção dos alunos / avaliação:</p> <p>Explicação dos conceitos e argumentação sobre a aplicação destes na resolução da situação problema.</p> <p>Resumo das discussões dos subgrupos</p>		
	<p>Feedback: Em até 2 (dias) após o prazo de realização da atividade.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comentários do professor sobre as colocações do estudante acerca da situação problema. - Envio da nota aos alunos 		

Identificação da atividade, conforme o mapa de atividades	Detalhamento da Atividade		
Aula 01 Atividade 13	Título: Figura interativa Descrição / proposta: Criar uma figura interativa a partir da imagem “Modelo de balanceamento das cargas cognitivas”		
	Objetivo(s): Comparar o conhecimento prévio com o atual e elaborar novos esquemas complexos para armazenar na memória de longo prazo		
	Critérios / avaliação: - Organização de ideias. - Aplicação dos conceitos chave abordados no material da aula. - Criatividade - Uso adequado de recursos		
	Tipo de interação: Individual	Prazo: 02 horas	Ferramenta(s): Thinglink
	Conteúdo(s) de apoio e complementar(es) Ferramenta: página Mídia: vídeo “Criar imagens interativas com o ThingLink”		
	Produção dos alunos / avaliação: Imagem interativa contendo links e hipertextos sobre os conteúdos abordados na aula.		
	Feedback: Em até 2 (dias) após o prazo de realização da atividade. - Comentários do professor sobre a produção da figura interativa. - Envio da nota aos alunos		

Como já citado, as tarefas de aprendizagem organizadas em classes de tarefas buscam apresentar ao estudante experiências significativas baseadas em atividades da vida real, objetivando a construção de esquemas iniciais. Desta forma, para esta Matriz de Design Instrucional foram desenvolvidas duas classes de tarefas. A primeira classe de tarefas foi composta pelas seguintes tarefas de aprendizagem: a) discussão sobre um texto referente a uma situação problema que explora os conceitos sobre a sobrecarga cognitiva, b) uma atividade de júri pedagógico tendo como base o texto “A contribuição dos princípios da Teoria da Carga Cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia” e c) a criação de um portfólio. Para que o estudante possa desempenhar as tarefas desta classe de tarefas é oferecido o texto “Entenda o que é a carga cognitiva e como ela influencia o aprendizado” como informação de suporte (segundo componente do modelo 4C/ID), cuja função é dar subsídios teóricos para que o estudante possa concluir as tarefas da classe de tarefas. As informações processuais (terceiro componente do modelo) para esta classe de tarefas foram os links “Como participar de uma reunião no Google Meet”, para subsidiar a tarefa 09, o texto “Juri Pedagógico”, para subsidiar a tarefa 10, o vídeo “Como criar sua primeira apresentação com a Mentimeter” para subsidiar a tarefa 11.

A segunda classe de tarefas foi composta pelas seguintes tarefas de aprendizagem: a) a discussão sobre uma situação problema utilizando a Técnica de Phillips e b) a criação de uma figura interativa. Como informação de suporte para esta classe de tarefas foi disponibilizado o objeto de aprendizagem “Memória, aprendizagem, emoções e inteligência” e para subsidiar as tarefas 12 e 13 foram utilizados o texto “Técnicas de Phillips” e o vídeo “Criar imagens interativas com o ThingLink”.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação a distância vem se consolidando no cenário educacional como uma alternativa ao ensino presencial que soma flexibilidade de horário com ausência de barreiras físicas. Esta composição tem atraído cada vez mais os olhares dos aprendizes em direção a instituições praticantes desta modalidade de ensino e aprendizagem. Entretanto, para que a educação a distância possa produzir os resultados almejados, alguns aspectos devem ser considerados. Entre estes aspectos está a forma de apresentação das informações de um material instrucional ao estudante que esteja conectado à internet ou que possua uma mídia digital com o conteúdo a ser estudado.

A contribuição deste estudo reside na investigação dos pressupostos metodológicos do modelo instrucional denominado 4C/ID e dos efeitos desse modelo sobre a aquisição de habilidades e competências, bem como sobre a aprendizagem efetiva ofertada por meio de ambientes e ferramentas digitais de aprendizagem, levando-se em consideração o processo cognitivo humano. Assim, com base nos resultados deste trabalho responde-se às questões de pesquisa levantadas:

- As teorias da Sobrecarga Cognitiva e da Aprendizagem Multimídia influenciam o processo cognitivo humano.

Os elementos que compõem estas teorias incidem diretamente sobre a estrutura cognitiva humana, relacionando a produção de novos esquemas cognitivos e o resgate daqueles já produzidos e armazenados na memória de longa duração com a forma na qual a informação é tratada pelos canais sensoriais dos indivíduos e como ela é armazenada e transformada em conhecimento no sistema de memórias. Com base neste resultado, entende-se a necessidade de se mensurar a quantidade de informações entregues aos estudantes em um determinado espaço de tempo, considerando que a memória de trabalho é limitada. Estes resultados também chamam a atenção para a forma na qual a informação é entregue ao aluno, uma vez que esse fator pode criar um desbalanceamento nas formas de sobrecarga cognitiva imposta ao estudante.

- Os processos, conteúdos e métodos propostos pelo Modelo 4C/ID contribuem para o processo da aprendizagem efetiva dos aprendizes;

A abordagem instrutiva com o modelo 4C/ID gera um ambiente de aprendizagem mais estimulante e centrado no estudante, encorajando a capacidade de gestão do seu ritmo de trabalho e de aprendizagem. Outro aspecto importante desta abordagem instrutiva é o sistema de

apoio à aprendizagem, que permite que o aprendiz estabeleça relações entre o tema que está a aprender e os seus conhecimentos prévios, estimulando a transferência de aprendizagem a novas situações. No entanto, quando colocado no modelo geral ADDIE (Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação), o modelo 4C/ID centra-se em atividades de análise e design, mas não fornece linhas de orientação específicas para o desenvolvimento e a implementação de materiais multimídia nem para a sua aplicação e avaliação.

- O modelo 4C/ID dialoga com as estratégias e metodologias ativas de ensino e aprendizagem

A proposta central do Modelo 4C/ID é colocar o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem, tanto que tem como base as teorias da Aprendizagem Multimídia e da Sobrecarga Cognitiva, as quais são resolutas ao descrever o processo cognitivo humano, seus desdobramentos e as consequências que escolhas de material em desacordo com o processo cognitivo podem produzir na aprendizagem dos estudantes. Este posicionamento encontra aderência nas metodologias ativas à medida em que estas também têm como foco o protagonismo do aprendiz no processo de aprendizagem. Embora estejam em patamares diferentes, é possível entender que tanto o modelo 4C/ID quanto as metodologias ativas atuam articulados e em consonância na produção de esquemas mentais. Esta articulação decorre do fato de que, juntamente com os modelos pedagógicos e as tecnologias de aprendizagem, as estratégias instrucionais compõem a estrutura de um modelo instrucional.

Com base no exposto, entende-se que o Modelo 4C/ID é capaz de oferecer ao estudante a oportunidade de desenvolver habilidades transportando para a prática a teoria apresentada por um material instrucional. O modelo mostrou-se uma alternativa interessante devido à sua estrutura, que tem como principal objetivo instigar o espírito investigativo do estudante por meio de situações problema as quais são embasadas por informações pontuais, necessárias para que o estudante realize a atividade proposta em uma classe de tarefas. A diminuição gradativa do apoio também parece ser uma proposta relevante quando os objetivos a serem alcançados são o protagonismo e a autonomia do estudante.

Os resultados mostraram ainda que se a escolha de materiais educacionais que fazem uso de recursos digitais em uma educação mediada pela tecnologia não for bem feita, frequentemente ocasiona uma sobrecarga na memória de trabalho dos aprendizes e dificulta a aquisição de esquemas que requerem reflexão.

Como sugestões de trabalhos futuros, destacam-se:

- A resposta da implementação do Modelo 4C/ID em conteúdos instrucionais levando-se em consideração as restrições dos estudantes (equipamento, tempo, dinheiro etc).
- A existência da preservação dos resultados obtidos no caso de os estudantes não apresentarem familiaridade com as ferramentas tecnológicas.

Ainda quanto a pesquisas futuras, sugere-se investigações ligadas à área de Informática na educação com o objetivo de aliar os princípios deste modelo instrucional ao planejamento, elaboração e análise de recursos tecnológicos de apoio à educação.

O presente trabalho buscou conhecer a influência do princípio da modalidade sobre o processo de aprendizagem dos estudantes e contribuir para a compreensão deste fenômeno. Espera-se que outros pesquisadores possam prosseguir no aprofundamento das questões aqui apresentadas e confirmar os resultados obtidos, uma vez que os indicativos deste estudo revelam a importância do princípio da modalidade e sua relevância no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. Educação a Distância (EaD) na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa, São Paulo**, v.29, p.327-340, n.2, jul./dez. 2003.
- ALVES., J. R. M. A história da EAD no Brasil. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M. **Educação a Distância (EaD): o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. p. 461.
- AMARANTE, D. P, M. **Utilização do Design Instrucional em curso EaD: Análise do ambiente virtual de aprendizagem de curso técnico à distância de uma instituição pública de ensino**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) – Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade Fumec, Belo Horizonte. 2015.
- ARAUJO, E. M.; OLIVEIRA NETO, J. D. Um novo modelo de design instrucional baseado no ILDF - Integrative Learning Design Framework para a aprendizagem on-line. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 3, p. 68- 83, 2010. Disponível em: <<http://eft.educom.pt/index.php/eft>> . Acesso em 08 out. 2020.
- BADDELEY, A. Working memory. **Current Biology**, vol. 20. v.4, p.136-140. 2010.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. C. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia. XIII International Conference on Engineering and Technology Education. Guimarães, Portugal, 2014.
- BATURAY, M. H. Characteristics of basic instructional design models. **Ekev Akademi Dergisi**, v.12, n.34, p.471-482. 2011.
- BAUMAN, Z. Os desafios da educação: aprender a caminhar sobre areias movediças. **Cadernos de Pesquisa**,v. 39, n. 137, 2009.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BRASIL (2017) **Decreto n. 9.057, de 26 de maio de 2017. Regulamenta o art. 80 da lei n. 9.394 e 20 de dezembro de 1.996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.**, Normas, Lei de Diretrizes e Bases da educação Nacional, https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20238603/doi-2017-05-26-decreto-n-9-057-de-25-de-maio-de-2017-20238503
- CAMPETTI, P.H.M.; CAMPOS, D. Situação-problema: um método para o ensino de Economia. **Educação por Escrito**, Porto Alegre/RS, ano 2017, v. 8, n. 1, p. 85-99, DOI <http://dx.doi.org/10.15448/2179-8435.2017.1.26583>. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/poescrito/article/view/26583/15732>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- CHONG, T. S. **Recent advances in cognitive load theory research: implications for instructional designers**. Malaysian Online Journal of Instructional Technology, v. 2, n. 3, p. 106-117, 2005.

- CLARK, R. C.; MAYER, R. E. **E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning**. 3 ed. New Jersey: Wiley, 2016. 527p.
- COSTA, D. S. **Diretrizes de qualidade para materiais educacionais no contexto da educação inclusiva**. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado em DESIGN) – Escola de Engenharia/Faculdade de arquitetura, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.
- BEHAR, P. A. Modelos pedagógicos em educação à distância. In: BEHAR, P. A. (Org). **Modelos pedagógicos em educação à distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 15 - 32.
- CHAQUIME, L. P., MILL, D. Metodologias ativas [verbete]. In: Mill, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas: Papirus, 2018. p. 441-443.
- DABBAGH, N. Pedagogical Models for E-Learning: A Theory-Based Design Framework. **International Journal of Technology in Teaching and Learning**, v.1, n.1, p.25-44. 2005.
- DELEEUW, K. E.; MAYER, R. E. A comparison of three measures of cognitive load: evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. **Journal of Educational Psychology**, v.100, n.1, p.223-234. 2008.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. Revista Thema, Pelotas/RS, ano 2017, v. 14, n. 1, p. 268 a 288. DOI <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404/295>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- DUTRA, R. L. D. S.; TAROUÇO, L. M. R.; PASSERINO, L. M. Avaliação Formativa usando Objetos de Aprendizagem SCORM. **Renote**, [s. l.], v. 6, n. 2, 2008.
- KIRSCHNER, P.A. *et al.* From Cognitive Load Theory to Collaborative Cognitive Load Theory. Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn 13, 213–233. 2018.
- FALCADE, A. et al. Design Instrucional: um comparativo de metodologias para definição de abordagem em mundo virtual. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [S.l.], p. 80, nov. 2016. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6688/4576>>. Acesso em: 17 out. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.80>.
- FARIA, A. A.; SALVADORI, A. A Educação a Distância (EaD) e seu movimento histórico no Brasil. **Revista das Faculdades Santa Cruz**, v. 8, n. 1, 2010.
- FIGUEIREDO, A. P. S.; MATTA, C. E. Planejamento de disciplinas virtuais utilizando recursos de design instrucional: uma aplicação na engenharia. XL CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, Belém PA: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2012.
- FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson, 2008.

FLÔRES, M. L. P.; TAROUÇO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. Orientações para o sequenciamento das instruções em um objeto de aprendizagem. **Renote**, v. 7, n. 1, 2009.

_____. **Tópicos em design instrucional**. 3 ed. São Paulo: Senac. 2020.122p.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 27ª Ed, São Paulo: Paz e Terra 2003.

GAGNÉ, R. M. X. **The conditions of learning**. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1965.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadoras). **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GINNS, P., LEPPINK, J. Special Issue on Cognitive Load Theory. **Educational Psychology Review**, 1-5. 2019.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino presencial e a distância**. 6 ed. Campinas:Papirus, 2003.

KENSKI, V. M. Design Instrucional [verbete]. In: Mill, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas: Papirus, 2018. p. 161-166.

LAPA, A.B.; BELLONI, M.L. Educação a Distância como mídia-educação. *Perspectiva*. v.30. n.1. p. 175-196. 2012.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katalysis**, v. 10, p. 35-45. 2007.

MAGLIARO, S. G.; SHAMBAUGH, N. Student models of instructional design. **Educational Technology Research and Development**, v.54, n.1, p.83-106. 2006.

MACQUET, A. Recognition within the decision-making process: a case study of expert volleyball players. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 21, n. 1, p. 64-79, 2009.

MAGER, R. F. **Preparing Objectives for programmed Instruction**. 2 ed. San Francisco: Fearon. 1962.

MAYER, R. E. Using multimedia for e-learning. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.33, p.403– 423. 2017.

MAYER, R.; MORENO, R. Techniques That Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load during Multimedia Learning. In J. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 131-152). Cambridge: Cambridge University Press. 2010.

MELO, M. M. L.; MIRANDA, G. L. Modelo instrutivo 4C/ID: Efeitos sobre as abordagens à aprendizagem de alunos do 9º ano. *Aná. Psicológica*, Lisboa, v. 36, n. 3, p. 261-278, set. 2018. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-82312018000300001&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 20 jan. 2021.

- MELO, M. M. L.; MIRANDA, G.L. Efeito do modelo 4C/ID sobre a aquisição e transferência de aprendizagem: revisão de literatura com meta-análise. *RISTI*, Porto, n. 18, p. 114-130, jun. 2016. Disponível em http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952016000200009&lng=pt&nrm=iso. acesso em 20 jan. 2021. <http://dx.doi.org/10.17013/risti.18.114-130>.
- MERRIL, M. D. First principles of instruction. **Educational Technology Research and Development**, v.50, n.3, p.43-59. 2002.
- MILL, D. Educação a distância [verbete]. In: Mill, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas: Papirus, 2018. p. 354-357.
- MITRE, S. M., et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação dos profissionais de saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. 2, p. 22-44, 2008.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. São Paulo: Papirus, 2003.
- MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias Contemporâneas**. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2, 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12>. Acesso em: 06 out. 2020.
- MORAN, J. M. Inovação Pedagógica [verbete]. In: Mill, D. (org.). **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Campinas: Papirus, 2018. p. 354-357.
- MORENO, R., MAYER, R. Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. 2007. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>.
- NUNES, I. B. A história da EAD no mundo. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M. **Educação a Distância (EaD): o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. p. 461.
- PAAS, F. *et al.* Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory, *Educational Psychologist*, v.38, p.63-71, 2003.
- PAIVA, M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016.
- REISER, R. A. A history of instructional design and technology: part II: a history of instructional design. **Educational Technology Research and Development**, v.49, n.2, p.57-67. 2001.
- ROCHA J. S. L.; SANTOS, A.; HARDAGH, C. Design Instrucional do curso virtual Formação de Professores Conteudistas para EaD. *CIET:EnPED*, São Carlos, maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/60>. Acesso em: 01 set. 2021.
- RODRIGUES, S. Análise do uso de metodologia ativa *problem based learning (PBL)* na educação profissional. **Periódico Científico Outras Palavras**, v. 12, n. 2, p. 24–34, 2016.

- ROMISZOWSKI, A.; ROMISZOWSKI, L. P. Retrospectiva e perspectivas do design instrucional e educação a distância: análise da literatura. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v.4, p.1-46. 2005.
- SANTOS, L. M. A.; TAROUCO, L. M. R. A Contribuição dos Princípios da Teoria da Carga Cognitiva para uma Educação mediada pela Tecnologia. In: V Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. Gramado, RS. ESUD. 2008.
- SCRIVEN, M. The methodology of Evaluation, in: R. Tyler, R. Gagné & M. Scriven (Eds.), **Perspectives of Curriculum Evaluation :AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation**, No. 1. Chicago, Rand McNally. pp. 39-83. 1967.
- SILVA, A.C. Resenha do livro: Aprendizagem Multimídia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 19. p. 1-4. 2017.
- SILVA, G.B.; FELICETTI, V.L. Habilidades e competências na prática docente: perspectivas a partir de situações-problema. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, ano 2014, v. 5, n. 1, p. 7-29, 5 jun. 2021. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/14919/11497>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- SOUZA, N.P.C. TEORIA DA CARGA COGNITIVA: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém. 2010.
- SOUSA, A. B.; SALGADO, T. D. M. Memória, aprendizagem, emoção e inteligência. *Revista Liberato*, Novo Hamburgo, v. 16, n. 26, p. 101-220, 2015.
- SPINDLER, M. Collaborative Analysis and Revision of Learning Objectives. **NACTA Journal**. P. 232 – 236. 2015.
- SWELLER, J. Working Memory, Long-term Memory, and Instructional Design. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**. p. 360–367. 2016.
- SWELLER J., AYRES P., KALYUGA S. Measuring Cognitive Load. In: Cognitive Load Theory. Explorations in the Learning Sciences, **Instructional Systems and Performance Technologies**, vol 1. Springer, New York, NY. 2011.
- SWELLER, J., VAN MERRIËNBOER, J.J.G.; PAAS, F. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ Psychol Rev* 31, 261–292. 2019.
- SWELLER, J. Cognitive load theory and educational technology. **Education Tech Research Dev** v.68, p.1–16. 2020.
- VAHLICK, A., SANTIAGO, R., RAABE, A.L.A. Aplicação das técnicas de projeto instrucional 4C/ID na produção de objetos de aprendizagem em conformidade com o SCORM usando um software livre como ferramenta de autoria. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre - RS, v.5, p.1-10. 2007.

VAHL DICK, A., SCHOEFFEL, P., MOSER, P. Metodologia de Ensino de Padrões de Projeto Baseado no Modelo 4C/ID. In: VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), 2019.

VAN GOG, T., AYRES, P. Editorial: State of the art research into Cognitive Load Theory. **Computers in Human Behavior**, 25(2), 253-257. 2009.

VAN MERRIENBOER, J. J. G.; CLARK, R.; CROOCK, M. (2002). Blueprints for complex learning: the 4C/ID-model. **Educational Technology Research and Development**, v.50, n.2, p.39-64. 2002.

VAN MERRIENBOER, J. J. G.; AYRES, P. Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.5-13, 2005.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G., KIRSCHNER, P. A.; KESTER, L. Taking the load of a learners' mind: Instructional design for complex learning, in **Educational Psychologist**, v.38, p.5-13. 2003.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G., LIESBETH, K, PAAS, F. Teaching complex rather than simple tasks: balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. **Applied Cognitive Psychology**, v.20, p.343-352. 2006.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G *et al.* Designing instruction for complex learning: 4C/ID in higher education. **European Journal of Education**, v.54, n.4, p. 513-524. 2019.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G., KIRSCHNER, P. A., Ten Steps to Complex Learning: a new approach to instruction and instructional design. In: GOOD, T. L. **21st Century Education: A Reference Handbook**: SAGE Publications, 2008. p. 244-256.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G. The four-component instructional design model: An overview of its main design principles. **School of Health Professions Education Faculty of Health, Medicine and Life Sciences Maastricht University The Netherlands**, v. 1, p. 1–17, 2019.

VAN MERRIËNBOER, J. J. & KESTER, L. Modelo de design educacional de quatro componentes: Princípios multimédia em ambientes de aprendizagem complexa. In G. L. Miranda (Org.), **Ensino online e aprendizagem multimédia**, Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2009. p. 286-326.

ZANELLA, L. W.; VALENTINI, N. C. Como funciona a Memória de Trabalho? Influências na aprendizagem de crianças com dificuldades de aprendizagem e crianças com desordem coordenativa desenvolvimental. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 49, n. 2, p. 160–174, 2016. Disponível em: <<http://revista.fmrp.usp.br/2016/vol49n2/REV1-Memoria-de-Trabalho.pdf>>