

# TECNOLOGIA E DESIGN DE COMPLEXMEDIA DEDICADA À EDUCAÇÃO DIGITAL: UM RELATO DE CASO

Cassiano Zeferino de Carvalho Neto\*

Araci Hack Catapan\*\*

## RESUMO

A educação concebida e realizada com suporte digital apresenta na atualidade um complexo conjunto de redes sociotecnológicas, com interface hipermidiática múltipla e multifacetada, com possibilidades de interação por comunicação presencial e remota. A este paradigma se pode chamar de “Educação Digital”. Considera-se, como ponto de partida conceitual deste artigo, um processo de modelagem teórica em mídia do conhecimento no formato de hipermídia complexa (Complexmedia), a qual comporta objetos educacionais nas modalidades de Simuladores-Animadores (SF), Experimentos Educacionais (EE), Áudio (RD) e Audiovisual (TV). O referencial teórico é suportado pela Teoria Socio-histórica a partir de um diálogo estabelecido entre os três principais autores que emprestarão sustentação às investigações: Vygotsky (1984, 1993), Leontiev (1978) e Thompson (1998). Aspectos complementares de fundamentação estruturam-se em Morin e Le Moigne (2000), na revisão do conceito de tecnologia educacional e construção do conceito de Ciberarquitetura (CARVALHO NETO, 2006), que amparam a modelagem teórica em mídia do conhecimento, na modalidade de hipermídia complexa (Complexmedia). O modelo de autoria tecnológica e design em mídia do conhecimento foi oportunizado e deflagrado por ocasião da chamada pública para o Projeto CONDIGITAL, lançado por via editalícia pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Ministério da Educação (MEC), com financiamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e executado no período 2007 a 2010 pelo Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE), a partir de aprovação federal com o título original da obra *Física Vivencial: uma Aventura do Conhecimento*.

**Palavras-chave:** Educação digital. Objetos educacionais digitais. Complexmedia. Plataforma complexmedia. Engenharia e gestão do conhecimento.

## ABSTRACT

### COMPLEXMEDIA TECHNOLOGY AND DESIGN DEDICATED TO DIGITAL EDUCATION: A CASE REPORT

Education designed and carried out with digital support presents today a complex set of socio-technological networks with multiple and multifaceted hypermedia interfaces, with possibilities of face-to-face and remote communication. This paradigm can be called ‘Digital Education’. We consider as a conceptual starting point of this article a

---

\*Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pós-doutor em Educação Digital pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Fundador, atual presidente e pesquisador-coordenador sênior do Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE). carvalhonetocz@gmail.com

\*\*Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Departamento de Metodologia de Ensino. Campus Universitário – Trindade. CEP: 88040-900 – Florianópolis-SC. Caixa Postal: 476. aracihack@gmail.com

theoretical modeling process of knowledge media through a complex hypermedia format (Complexmedia), from which educational objects are derived in terms of Animators – simulators (SF), Educational Experiments (EE), Audio (RD) and Audiovisual (TV). The theoretical frame work comes from Socio-historical Theory from a dialogue between the three main authors that underpin our investigations: L. S. Vygotsky (1984, 1993), A. N. Leontiev (1978) and J. B. Thompson (1998). Complementary aspects of reasoning are structured according to E. Morin (2000), reviewing the concept of educational technology and the construction of the concept of Cyber architecture (CARVALHO NETO, 2006), which are the basis for theoretical modeling of knowledge media, in the hypermedia complex mode (Complexmedia). The model of technological authorship and design of knowledge media was triggered during the public call for CONDIGITAL Project, public notice launched by the Ministry of Science and Technology (MCT) and the Ministry of Education (MEC), with funding of the National Fund for Education Development (FNDE) and implemented in the period from 2007 to 2010 by Galileo Galilei Institute for Education (IGGE) from federal approval according to the original title of the work living Physics: an adventure of knowledge.

**Keywords:** Digital Education. Digital Educational Objects. Complexmedia. Complexmedia Platform. Engineering and Knowledge Management.

## O contexto, a justificativa, o tema

Em 24 de abril de 2007 foi lançado um novo Plano de Desenvolvimento para a Educação (PDE 2007) no Brasil. Neste Plano, dentre outras providências, uma das metas era a implementação de tecnologias, técnicas, mídias e hipermídias digitais dedicadas à Educação. Uma das medidas efetivas foi a publicação do Edital Público (001/2007 MCT/MEC), gerado em conjunto entre o Ministério da Educação (MEC) e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), com recursos geridos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Esse edital, que ficou conhecido por CONDIGITAL, tinha a finalidade de financiar projetos educacionais para a criação de objetos educacionais digitais, por instituições que tivessem seus projetos aprovados por um Comitê de Avaliação formado pelos dois ministérios, e os objetos educacionais produzidos e aprovados seriam depositados em um silo digital, denominado Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>), e disponibilizados pela Internet.

Na esteira desse cenário, entre agosto e outubro de 2007 foi elaborado o projeto denominado *Física Vivencial: uma Aventura do Conhecimento* (CARVALHO NETO, 2007), e submetido à apre-

ciação de um Comitê de Avaliação composto por especialistas convidados brasileiros e de outros países. Este projeto foi aprovado e, ao longo de quatro anos, produziu e disponibilizou um total de 208 (duzentos e oito) objetos educacionais digitais Complexmedia, distribuídos da seguinte forma: 120 (cento e vinte) Simuladores-Animadores (SF), em complexmedia; 40 (quarenta) Experimentos Educacionais (EE), em complexmedia; 24 programas em Áudio (RD); e 24 programas em Audiovisual, em hipermídia complexa (TV).

É nesse contexto que se insere este artigo, que discute a concepção educacional, tecnológica e midiática quanto à gestão e produção de objetos educacionais digitais e sua modelagem em hipermídia complexa, complexmedia e plataforma complexmedia (CARVALHO NETO, 2011).

Neste artigo será dada ênfase à concepção e produção de Complexmedia, com ênfase na modalidade Simuladores-Animadores. As outras modalidades de mídia poderão ser conhecidas no sítio mencionado.

## Introdução

O modo de comunicação atual possibilita alternativas inéditas, já exploradas em quase todos os demais setores, e precisa ser também empregado na educação em toda a sua potencialidade. Pensar

a Educação Digital não é apenas uma vontade ou um modismo, mas uma necessidade emergencial, pois amplia de fato condições e possibilidades de oferta de uma educação e formação atualizada e estendida a maior número de pessoas (CARVALHO NETO, 2011).

A elaboração de um modelo teórico em mídia do conhecimento, envolvendo hipermídia complexa (Complexmedia) e a Plataforma Complexmedia, como elementos estruturadores de um sistema de engenharia e gestão do conhecimento dedicado à Educação Digital, seus desdobramentos na concepção, na produção e disseminação de objetos educacionais digitais, insere-se no amplo contexto previamente delineado no presente artigo.

### Referencial Teórico

Tendo como pressuposto a complexidade que envolve a temática que será desenvolvida neste artigo, foi preciso recorrer a um marco teórico com mais de um eixo de referência. De fato se trata de construir a intersecção de referenciais teóricos que contemplem os seguintes eixos: Cultura, Educação, Mediação e Gestão do Conhecimento; Tecnologia, Mídia e Informação; e, finalmente, Arquitetura e Design de Objetos Educacionais Digitais.

No momento em que se engendram, com frequência crescente, pesquisas educacionais voltadas a conhecer o impacto de tecnologias, mídias e técnicas digitais na educação presencial, semipresencial e não presencial, proporciona-se como decorrência deste novo cenário uma mais ampla e profunda reflexão a respeito das formas de mediação dos processos pedagógicos. Partindo da premissa de que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto sociocultural no qual ele ocorre, e que os processos mentais superiores do indivíduo têm origem também em processos sociais, um dos pilares da teoria de Vygotsky (1984), então se visa estabelecer uma interface entre estes postulados e as considerações que dão conta do fato de que as tecnologias digitais da comunicação e informação estabelecem formas de socialização distribuídas na malha digital e, portanto, com possibilidades de ensino-aprendizagem que podem ser consideradas não triviais. Com a apropriação (internalização) de instrumentos e sistemas de signos culturalmente produzidos, a partir da categoria de formas simbó-

licas de Thompson (1998), o sujeito se desenvolve cognitivamente (VYGOTSKY, 1984). Sendo assim:

Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações psicológicas das quais ele é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos ele vai aprendendo a usar, tanto mais amplia, de modo quase ilimitado, a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas. (VYGOTSKY, 1984 apud MOREIRA, 2002, p. 119).

Por outro lado, ainda conforme pontua Arruda (2004, p. 74) em sua obra *Ciberprofessor*,

A inovação no trabalho docente pode ser constatada não pelo uso puro e simples do computador em seu cotidiano, mas a partir do momento em que esses equipamentos alteram de forma significativa o olhar do docente diante do seu trabalho, suas concepções de educação, seus modelos de ensino-aprendizagem etc.

E afirma, ainda: “O computador permite criar ambientes de aprendizagem que fazem surgir novas formas de pensar e aprender” (ARRUDA, 2004, p. 75).

Outras considerações deverão, ainda, se voltar a referenciais conceituais que procurarão apontar para outro foco investigativo, como aqueles que se relacionam ao tema da arquitetura e design de hipermídia e hipermídia complexa, esta última doravante considerada neste artigo como categoria que abrange a Complexmedia (CARVALHO NETO, 2011). Estas considerações serão fundamentais para dar suporte às elaborações que serão feitas a partir do estudo de caso relacionado ao CONDIGITAL, uma vez que os modelos de mídia e conhecimento estudados incorporam intensamente esses aspectos.

### A modelagem teórica de complexmedia

A concepção de arquitetura e design de Complexmedia deriva da construção de um sistema hipotético-dedutivo cujos objetos educacionais digitais dele decorrentes estão relacionados a uma prova de natureza experimental, acompanhada por um Comitê de Validação formado por pares de especialistas.

De acordo com Bunge (1974, p. 11),

O modelo conceitual negligenciará numerosos traços da coisa e afastará as características que individualizam os objetos: mas, desde Aristóteles

convencionou-se que não há ciência a não ser a do geral. E se um dado modelo não oferece todos os detalhes que interessam poder-se-á em princípio complicá-lo. A formação de cada modelo começa por simplificações, mas a sucessão histórica dos modelos é um progresso de complexidade.

Assim sucede com a modelagem teórica de Complexmedia e da Plataforma Complexmedia, pois modelos construídos por meio da intuição e da razão e submetidos à prova da experiência foram bem sucedidos e, sobretudo, são suscetíveis de serem corrigidos segundo a necessidade.

A Complexmedia é construída com categorias de mídias do conhecimento caracterizadas através de funções conceituais fundamentadas em pressupostos teóricos disponíveis em arcabouços de teorias abrangentes, como a Teoria Sócio-histórica (VYGOTSKY, 1984), Teoria da Cultura (THOMPSON, 1998) e Teorias da Informação, Cibernética e Sistemas (MORIN; LE MOGNE, 2000); e algo similar decorre para a Plataforma Complexmedia.

Enquanto um objeto-modelo se refere a esboços hipotéticos de coisas, o modelo teórico envolve fatos supostamente reais.

De acordo com Bunge (1974, p. 32), qualquer representação esquemática de um objeto pode ser denominada objeto-modelo, pois “A representação é parcial e convencional, além de que um objeto-modelo deixará escapar certos traços de seus referentes, incluirá elementos imaginários e haverá de recapturar apenas aproximadamente as relações entre os aspectos que ele incorpora”.

Nessa perspectiva metodológica, a Complexmedia representa o elo entre um modelo teórico em mídia e conhecimento e os objetos educacionais digitais por ela modelados em seu formato tecnológico final.

### **Complexmedia: autoria de modelo teórico em mídia do conhecimento e plataforma complexmedia caracterizadas como entes, respectivamente, estrutural e estruturante, em um sistema de engenharia e gestão do conhecimento dedicado à educação digital**

As considerações que serão apresentadas a seguir têm por objetivo situar os aspectos centrais que

dizem respeito ao processo de autoria de objetos teóricos em mídia do conhecimento, envolvendo hipermídia complexa que culmina na criação conceitual da Complexmedia e Plataforma Complexmedia, como entes respectivamente estrutural e estruturante de um sistema de engenharia e gestão do conhecimento dedicado à Educação Digital.

Dentre os requisitos essenciais de processos pedagógicos voltados à educação está a gestão da informação, que demanda, dentre outros aspectos, produção, codificação, trânsito, armazenamento, recuperação, disponibilização mediada por redes complexas, decodificação e interpretação. Nas ciberarquitecturas (CARVALHO NETO, 2006), em que estão presentes humanos e mídias, interligados por técnicas derivadas de tecnologias da informação, a digitalização da informação passou a ter importância capital para a chamada sociedade do conhecimento.

A digitalização da informação operou uma revolução profunda no mundo da comunicação, caracterizada, em particular, pelo aparecimento de dispositivos multimídia e por uma ampliação extraordinária das redes telemáticas. “[...] Observa-se, igualmente, uma crescente penetração destas novas tecnologias em todos os níveis da sociedade, facilitada pelo baixo custo dos materiais, o que os torna cada vez mais acessíveis” (DELORS, 1996, p. 55).

As tecnologias e mídias digitais têm em seu âmago vinculação inseparável com a informação. Esta é uma das principais razões pelas quais os processos de comunicação na educação, mediados por tecnologias digitais, se revestem de importância crescente, na perspectiva do Problema Fundamental da Comunicação (CARVALHO NETO, 2006). É por esta via também que se argumenta neste artigo ser pertinente a utilização do termo “Educação Digital”, na perspectiva de um signo em construção dialógica.

Um dos aspectos centrais referentes à autoria do objeto educacional digital animação/simulação (SF) foi o de garantir uma interatividade na perspectiva diferenciada, e destacada como relevante, em contextos de mediação presencial e a distância. Se a possibilidade de um SF vir a ser utilizado por estudantes em modo presencial, sob a supervisão de um professor, era um cenário esperado, havia outro, menos trivial, mas possível de ocorrer, e o

mesmo apontava para situações não face a face entre estudante e professor.

Com esse contexto considerou-se a possibilidade de trabalhar com um Avatar<sup>1</sup> (que já havia sido criado no "Projeto Original", tendo por nome "Professor Galileo Lattes", em homenagem aos físicos Galileo Galilei e Cesare Mansueto Giulio Lattes).

Para fundamentar a construção conceitual de uma Complexmedia e do que venha a ser uma Plataforma Complexmedia, é pertinente buscar-se na literatura validada o entendimento que se tem de alguns conceitos tecnológicos de fundamental importância para o entendimento do assunto, dentre eles o de "hipermídia", por vezes escrito "hipermedia", e o de "hipertexto", conforme se verá a seguir.

Hipermídia, segundo Laufer e Scavetta (1995, p. 36), "é a reunião de várias mídias num suporte computacional, apoiado por sistemas eletrônicos de comunicação". Já segundo Falkenbach (2003, p. 83), "Hipermídia é uma nova forma de gerenciar informações que permite criar, alterar, excluir, compartilhar e consultar informações contidas em várias mídias, possibilitando o acesso às informações de uma forma não sequencial". Ainda segundo a mesma autora, "[...] pode-se dizer que hipermídia representa multimídia com hipertexto em que, multimídia combina texto, som, imagem, animação e vídeo, ou seja, múltiplos meios, para exibir uma informação, e Hipertexto é um recurso que vincula informações adicionais através de links" (FALKENBACH, 2003, p. 91).

Esta definição é particularmente importante na medida em que inclui estruturas, componentes, conteúdos e funções que perpassam a Educação Digital.

Ainda que o contorno do problema e do desenvolvimento conceitual de mídia do conhecimento favoreça a instalação de vias que possam conduzir mais francamente a objetos-modelo, ou modelares, no caso objetos educacionais digitais, cuidam-se aqui das dimensões conceituais que estão no âmago do problema investigado.

Para esse diálogo, inicialmente evoca-se Morin e Le Moigne (2000), em aspectos considerados

<sup>1</sup> Termo que vem do sânscrito e significa, literalmente, "encarnação". Na internet é utilizado para designar a representação gráfica que cada usuário cria para si mesmo em um fórum de discussão, em uma sala de chat, em um jogo ou em um mundo virtual.

essenciais, presentes na obra *A Inteligência da Complexidade*. A complexidade é apresentada como um edifício de muitos andares, onde a base está formada a partir de três teorias (Informação, Cibernética e Sistemas) e comporta as ferramentas necessárias para uma Teoria da Organização. A esse edifício os autores trazem elementos suplementares, notadamente três princípios, que são o Princípio Dialógico, o Princípio de Recursão e o Princípio Hologramático.

O Princípio Dialógico une dois princípios ou noções antagônicas que aparentemente deveriam se repelir simultaneamente, mas são indissociáveis e indispensáveis para a compreensão da mesma realidade. "O físico Niels Bohr, por exemplo, reconheceu a necessidade de pensar as partículas físicas ao mesmo tempo como corpúsculos e como ondas [...]" (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 87). "O problema é, pois, unir as noções antagônicas para pensar os processos organizadores, produtivos e criadores no mundo complexo da vida e da história humana" (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 90).

Segundo os autores, o Princípio da Recursão organizacional vai além do princípio da retroação (realimentação): ele ultrapassa a noção de regulação para aquele de autoprodução e auto-organização. É um círculo gerador no qual os produtos e os efeitos são eles próprios produtores e causadores daquilo que o produz. Um dos corolários registrados pelos autores afirma que "os indivíduos humanos produzem a sociedade mediante as suas interações, mas a sociedade, enquanto um todo emergente, produz a humanidade desses indivíduos trazendo-lhes a linguagem e a cultura" (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 136).

Acredita-se que esses dois princípios são convergentes com o referencial teórico geral mencionado no que diz respeito à Teoria Socio-histórica e aos Postulados Vygotsky-Thomson e Leontiev-Thompson (CARVALHO NETO, 2006).

Por fim os autores citados apresentam o terceiro princípio, o Princípio Hologramático, colocando em evidência o aparente paradoxo de certos sistemas nos quais não somente a parte está no todo, mas o todo está na parte. Como exemplo:

Desse modo, cada célula é uma parte de um todo – o organismo global – mas o todo está na parte: a tota-

lidade do patrimônio genético está presente em cada célula individual. Da mesma maneira, o indivíduo é uma parte da sociedade, mas a sociedade está presente em cada indivíduo enquanto ‘todo’ através da sua linguagem, sua cultura, suas normas. (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 138, grifo do autor)

Dentre os aspectos mais importantes na dialogicidade ciência-tecnologia podem se destacar aqueles relacionados ao crucial inter-relacionamento entre a Física, mais especificamente enquanto fundamento teórico-epistemológico, e as tecnologias que podem decorrer desse conhecimento. Este pode ser entendido como conhecimento social, o conhecimento em comunicação e o conhecimento em ação. “Não pode haver conhecimento social a menos que seja formado, mantido, difundido e transformado dentro da sociedade, entre indivíduos ou entre indivíduos e grupos, subgrupos e culturas. O conhecimento social se refere às dinâmicas da estabilidade e das mudanças” (MARKOVÁ, 2006a, p. 27). Às relações dessa natureza se pode chamar de significativas.

Matta (2006) tece comentário à imersão em ambientes de aprendizagem construtivista. Segundo esse autor, hiperídia são sistemas educacionais prontos e complexos, evoluídos dos sistemas tutoriais inteligentes (STI). Segundo ele, nestes sistemas o aluno passa a experimentar suas relações com os elementos do sistema programado, como se ele fosse participante de um meio real.

Ainda segundo Matta (2006), é impossível reservar o conhecimento para castas de especialistas, como pretendido e idealizado na sociedade massiva de inspiração fordista ou teyloirista.

Segundo Doll Jr (1998 apud MATTA, 2006), o paradigma fordista-taylorista pressupõe o registro linear e sequencial da informação codificada e interpretável. O conhecimento é facilmente classificado, decomposto, quantificado, com inícios claros e fins definidos.

Tais aspectos estavam presentes como elementos críticos de autoria, o que trazia a premente necessidade de criação de um novo cenário conceitual, que amparasse a concepção de mídia do conhecimento, na modalidade central animação/simulação (SF), situada segundo o novo eixo paradigmático da Complexmedia. Nessa perspectiva encontra-se em Doll Jr (1998) aquilo que considera

como o paradigma da sociedade atual: o que importa é possibilitar ao aluno viver a situação-problema, experimentar suas características, analisar propriedades e relações, criar e aplicar soluções e avaliar resultados, continuamente e com problemas sucessivos.

A Contextualização, primeira categoria da Complexmedia, enquanto processo pedagógico recorrente torna-se vinculada ao fio sociocultural e ciberarquitetônico em que os atores sociais estão presentes, na modalidade de conhecimento tácito passível de ser registrado, por via informacional, em mídia do conhecimento, através de registro por fotografia, áudio, audiovisual, captação seguida por simulação e outras técnicas e modalidades de documentação. Tais registros se prestam, dentre outras possibilidades, a criar cenários sociais específicos de modo que indivíduos que participem de tais processos possam situar-se nos contextos apresentados, estabelecendo elos de vinculação com outros indivíduos e suas ações de natureza tácita, permitindo-lhe ou facilitando-lhe integrar novos dados a novas situações similares às vivenciadas, transformando-os em informações intelectivas, fundamentais para o desenvolvimento dos processos cognitivos e, inclusive, criando um arcabouço ideológico prévio para a produção de conhecimento explícito.

Para o audiovisual, mediado por um Avatar, foi preciso conceber um texto que permitisse a abordagem de um determinado assunto, a partir de circunstâncias gerais e algumas específicas do cotidiano, no qual estaria dentro de uma margem generosa de probabilidade inserido o aprendiz, fosse qual fosse o seu perfil. Esse aspecto, na verdade, ia ao encontro de uma longa e continuada observação reflexionante a respeito do papel das questões do cotidiano nos processos educacionais, frequentemente presentes em pesquisas, porém, mais que isso, haveria a possibilidade de se reunir ciência, tecnologia, arte e concepções primitivas a partir de uma perspectiva cultural de mídia do conhecimento, amparada nas possibilidades apresentadas pelas formas simbólicas de Thompson (1998) e, mais amplamente, nos Postulados Vygotsky-Thompson e Leontiev-Thompson (CARVALHO NETO, 2006), conforme articulado na revisão do referencial teórico deste artigo.

Aqui se apresenta um novo desafio de concepção para autoria em mídia do conhecimento. O aspecto norteador diz respeito a estudos realizados e também como fruto de considerações da comunidade científico-educacional a respeito do assunto. A escolha aponta para um modelo de autoria que se fundamenta em aprendizagem por resolução de problemas.

Parte essencial do fundamento teórico para elaborar essa categoria analítica estava em Bachelard (2007, p. 103), na aceção de que “todo conhecimento é a resposta a uma questão”. Situados sujeito e contexto, os aspectos problematizadores tendem a ser levantados de modo a instalar-se um cenário próprio para abordagens de natureza investigativa.

A concepção teórico-tecnológica estudada apontou para a necessidade de estruturação de problemas abertos e semiabertos que estivessem contextualizados a um determinado tema ou assunto trazido pela Complexmedia, mas que também resgatasse de modo desafiador e instigante o participante, ao processo, tanto quanto possível em cada caso, a buscar a construção de uma solução para os problemas propostos. Nesse sentido central a hipermídia relacionada aos domínios da problematização foi situada no contexto do SF e designada pelo título “Desafios”, como uma categoria teórica de mídia do conhecimento, assim estabelecidas suas condições de contorno e existência.

Acredita-se que por esta via instigadora e problematizadora se possa criar situações nas quais o participante se instala em um processo ativo, no sentido rigoroso, fundamentado nas referências da Teoria da Atividade de Leontiev (1978).

Até aqui se construiu a interdependência de duas hipermídias, na estrutura da Complexmedia, afeitas a contextualizar (“Contexto”) e a problematizar (“Desafios”) os objetos de conhecimento focados em um determinado SF. Aqui se encontra a porta de acesso ao passo seguinte: conceber uma solução teórico-tecnológica para uma nova hipermídia que traga potencial de resoluções, mediadas por Avatar, e outras categorias que são construídas como objetos teóricos, a saber, laboratório (essência dos simuladores e animadores), mapas interativos, história e tecnologia e processos formais de avaliação como novos problemas propostos, a partir de referenciais epistemológicos validados e aceitos, além

de respeitada a liberdade de escolha em alguma solução possível para os mesmos. Esta mediação, preferencialmente, deve ser feita, e o ciclo central do processo pedagógico fechado pelo Avatar. Aqui está delineada outra característica central do modelo teórico: a dialogicidade mediada por Avatar.

Define-se, assim, uma nova categoria, a qual passa a ter por título geral “Produção de Conhecimento”; de fato uma nova categoria de mídia do conhecimento no contexto da Complexmedia.

Os processos de construção social do conhecimento, por meio de atitudes de pesquisa e investigação, estão diretamente relacionados à produção de mapas conceituais e indicam a vivência do sujeito nas etapas de cada ação; acredita-se que cada sujeito é autor, com todas as implicações que o conceito confere, um autor investigativo, inquieto, inconcluso.

Portanto, na linha da concepção teórico-tecnológica das categorias da Complexmedia se faz indispensável considerar-se a autoria de um “Laboratório Virtual” ou “Laboratório Digital”, na perspectiva de um simulador/animador, ou conjunto de simuladores-animadores interarticulados, situados tanto no contexto da temática de um determinado objeto educacional, quanto capazes de promover situações de natureza investigativa centradas na testagem de hipóteses de natureza conceitual, tecnológicas (estrutura, funcionamento e operação de dispositivos, equipamentos, bancadas de teste, experimentos historicamente notáveis etc.) e técnicas (precisão e incerteza em medidas efetuadas, experimentos que simulem desvios, tabelas organizadoras de dados, geração induzida ou automática de gráficos etc.), dentre outros.

Assim se constitui uma nova categoria de mídia do conhecimento no contexto do objeto educacional digital Complexmedia (SF), e o acesso a esta hipermídia foi chamado de Laboratório Virtual (LV) ou Laboratório Digital (LD) interativo.

Conforme a concepção teórico-tecnológica da Complexmedia (SF), com o aporte de natureza investigativa, proporcionado pelo Laboratório, define-se uma arquitetura pedagógica dedicada a propiciar uma abordagem contextualizada e problematizadora de um determinado objeto de conhecimento, contando agora com os recursos de simulação e animação. Tanto os problemas propos-

tos em “Desafios” quanto a tarefa explicitamente presente no LD suscitavam a busca por informações pertinentes dentro do processo de investigação-reflexão que se esperava ver deflagrado pela Complexmedia. Esta demanda está definida por 3 (três) categorias de mídia do conhecimento, as duas primeiras sustentadas por hipermídia e a última por hipertexto, a saber: Teoria (Referencial Teórico); Mapa Interativo; História e Tecnologia.

O acesso “Teoria” carece de ser mais bem situado e definido, pois se compreende que tem de haver no SF um aporte de informações estruturadas e, mais que isso, informações que representem o conhecimento científico e tecnológico validado para uma determina área, subárea, tema ou assunto de um objeto de conhecimento. Havia a premente necessidade hipotética do participante, em processos de gestão e construção de conhecimento por interação com as hipermídias, ter acesso a um referencial confiável, mas que também estivesse em concordância com o Princípio Hologramático e o referencial científico-tecnológica presente na autoria e que circundará a futura modelagem dos objetos educacionais digitais. Para isso já se prenunciava a necessidade de se ter animações digitais no contexto da hipermídia relacionada à categoria “Teoria”.

O referencial teórico situado em “Teoria” e disponibilizado numa Complexmedia deve se referir ao conhecimento de base epistemológica da ciência-objeto, e suas tecnologias, à qual se está situando a aprendizagem por via interativa, contextualizada e problematizadora. Trata-se, portanto, de estruturar outro modelo teórico de hipermídia complexa que contemple, ao mesmo tempo, rigor conceitual, concisão, fenomenologia geral e específica, tecnologias intervenientes e decorrentes (na perspectiva histórica), linguagem matemática, sempre que possível estruturante e estruturada, relacionada a conceitos e fenomenologia pertinente.

Conforme pontua Matta (2006, p. 81),

Jonassen, Beissner e Yacci interpretam que os seres humanos constroem o conhecimento organizando-o em entidades complexas, em estruturas cognitivas correspondentes a contextos e problemas vivenciados. Em outro estudo, Jonassen et al. completam este raciocínio ao comentar o processo de transformar informação em conhecimento individualizado, ou seja, em aprendizagem pelos estudantes. Aquele

que aprende é capaz de integrar as novidades que encontra àquilo que já conhece na construção de mapas de cognição coerentes de interpretação dos contextos e realidades do mundo.

Conforme pontuado acima, o segundo grupo organizado de informações deverá dar conta de superar os aspectos estritos do tema, ou assunto investigado, de modo que se apresente como essencial, por aspectos que já vêm sendo discutidos, os de conceber uma estrutura capaz de situar o referido assunto em uma perspectiva mais ampla, dentro de referenciais científicos, tecnológicos, educacionais e também estéticos. Para tal empreendimento pensou-se em uma forma de situar um determinado assunto específico dentro de uma rede de interconexões hipertextuais que ao serem acessadas pudessem ampliar e contextualizar, problematizar, situar, potencializar, esclarecer aspectos tecnológicos ou técnicos de um tema estudado. Nasce, assim, “Mapa Interativo”, outra categoria em mídia do conhecimento da Complexmedia.

Outro ponto de fundamental importância para o ensino das ciências e suas tecnologias, na visão da comunidade científica e educacional, é interligar os aspectos teórico-tecnológicos centrais de um determinado assunto, tema ou tópico aos referenciais sócio-históricos responsáveis pelo desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico de uma determina ciência, ou área da ciência. Considera-se como relevante e possível conceber uma abordagem histórico-científico-tecnológica de modo que se potencializasse o diálogo entre todas as demais estruturas de conhecimento, por via informacional, situada e problematizada, presentes em uma Complexmedia.

Para atender a essa demanda de natureza cultural-educacional é concebida uma estrutura de navegação recorrente a uma metáfora, o “Túnel do Tempo”, apresentado como períodos da História da Ciência e Tecnologia que têm entre si estabelecidos elos entre problemas e processos criativos de autoria de teorias científicas, modelagem conceitual, inovação tecnológica e aplicações as mais variadas no cotidiano social. É assim concebido mais um objeto teórico, chamado “História e Tecnologia”, uma nova categoria de mídia do conhecimento incrustada na Complexmedia.

A esse respeito a literatura particularmente dedicada ao ensino de Física tem se debruçado

há muito sobre o assunto, permeado de visões, algumas antagônicas, outras complementares, mas geralmente convergentes no que diz respeito à relevância da presença desse tema complexo no currículo de Física. A historicidade da ciência é, pois, fundamental para o entendimento de sua dinâmica, já que permite vincular o conhecimento científico ao contexto em que foi engendrado.

Constituiu-se, desse modo, a categoria “História e Tecnologia” (HT) na arquitetura da Complexmedia, a qual será objeto de modelagem tecnologia e análise crítica ao longo deste estudo.

A concepção teórico-metodológica desenvolvida para a categoria “Avaliação” foi realizada, portanto, a fim de se pensar o processo de avaliação como elemento-chave da aprendizagem, integrado ao modelo conceitual e tecnológico da Complexmedia. Entretanto, foi também preciso contar com a possibilidade de que um participante remoto pudesse decidir-se por trafegar pela Complexmedia e, para isso, ao se criar a solução para um dado problema proposto, reveste-se de importância encontrar um termo comparativo, ao menos que referencie ou contextualize uma determinada solução encontrada.

Foi a partir dessas concepções que se modelou a categoria teórica de mídia de conhecimento que passou a se chamar “Avaliação”, na Complexmedia, finalizando a estrutura lógica, sequencial/aleatória do SF.

### Plataforma complexmedia: elaboração e modelagem conceitual

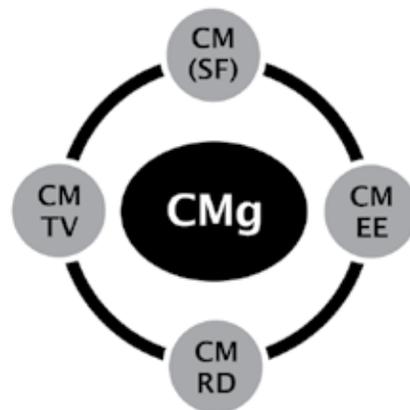
Ao longo do processo de modelagem das mídias de conhecimento SF, EE, RD e TV procurou-se construir cada objeto teórico em acordo com os referenciais que emprestam lastro e conferem significados a este artigo. No entanto, um último modelo carece de ser formalizado, por se tratar de um aspecto integrador entre as mídias.

Em contraponto a abordagens reducionistas, ou pontuais, da perspectiva onde as possíveis contribuições de mídias poderiam auferir aos processos de construção de conhecimento, insere-se aqui um novo conceito. Trata-se aqui da providência de se elaborar um sistema conceitual que possa ser integrativo para as diferentes mídias do conhecimento, podendo ser

construído a partir de algumas categorias organizacionais, tais como: a pertinência e proximidade de temas tratados pelas diferentes mídias; o arranjo de Complexmedia a partir de necessidades específicas que venham a se fazer presentes em processos de gestão do conhecimento; a organização de objetos educacionais digitais, tendo em vista oportunizar atendimento aos diferentes canais de acessibilidade e outras possibilidades que possam ser atendidas por uma plataforma que se passa formalmente a nominar de Plataforma Complexmedia.

A Plataforma Complexmedia, enquanto ente conceitual, representa um elo entre as diferentes modalidades de mídia, aqui concebidas, mas também pode agregar hipermídia complexa de mesma natureza. Como exemplo se poderia citar a concepção de uma Plataforma Complexmedia contemplando três mídias do conhecimento, como SF; ou quatro mídias do conhecimento, como um SF, um EE, um RD e um TV. Poderia, ainda, atender a modelos mais complexos, envolvendo temas que exigem pré-requisitos específicos, contemplados em diferentes mídias. Em quaisquer desses modelos a conexão que se estabelecerá atenderá a algum, ou a alguns critérios de organização, na perspectiva de um sistema dedicado à gestão do conhecimento.

**Figura 1** – Plataforma Complexmedia (modelo exemplar) integrando quatro Complexmedia (modalidades SF, EE, RD e TV). Ao centro se apresenta, de forma genérica, uma Complexmedia (CMg) representando uma Complexmedia geradora de tema tratado como objeto de conhecimento, em um sistema de gestão do conhecimento.



**Fonte:** Carvalho Neto (2011, p. 166).

Como um objeto teórico, a Plataforma Complexmedia pode ser representada pela simbologia mostrada na Figura 1, devendo-se, no entanto, destacar que o aspecto diferencial da referida plataforma é que ela permite organizar diferentes conjuntos de Complexmedia, a partir de critérios estabelecidos para um sistema de engenharia e gestão do conhe-

cimento dedicado à educação.

Seguindo-se os pressupostos apresentados na modelagem de mídia do conhecimento, modalidade SF, providenciou-se um estudo de arte e identidade visual que atendeu à distribuição das diferentes categorias funcionais presentes na Complexmedia. O layout final pode ser apreciado a seguir.

**Figura 2** – Tela de abertura da Complexmedia (objeto educacional 111SF – Ondas Mecânicas). A logomarca da obra é um link ativo que aponta para o Sistema Digital de Gestão do Conhecimento (SDGC), analisado no decorrer desta apresentação e parte integrante do sistema de gestão e engenharia do conhecimento desenvolvido para o projeto Condigital/IGGE.



**Fonte:** Instituto Galileo Galilei (2014).

Acompanhando a sequência de acessos, representados pelos ícones, da esquerda para a direita, apresentam-se as implementações de mídia do conhecimento para cada categoria de objeto teórico desenvolvido no anterior. Inicia-se com o acesso “Navegação” (NV), representado simbolicamente pelo ícone de uma bússola e que tem como objetivo geral descrever, rapidamente, cada uma das funções derivadas das categorias teóricas e disponibilizadas pelas mídias e hipermídias complexas que compõe a Complexmedia, na modalidade SF.

## Considerações Finais

O pensamento complexo que deu sustentação à concepção conceitual da Complexmedia é, pois,

essencialmente, o pensamento que trata com a incerteza e que é capaz de conceber a organização. Segundo Morin e Le Moigne (2000, p. 96), o pensamento complexo “é o pensamento capaz de reunir (*complexus*: aquilo que é tecido conjuntamente), de contextualizar, de globalizar, mas, ao mesmo tempo, capaz de reconhecer o singular, o individual, o concreto”.

Uma Complexmedia integra, portanto, diferentes categorias de mídias do conhecimento, dialogicamente estruturadas por eixos explícitos e também não explícitos, ainda que presentes. Este é um dos pressupostos essenciais do modelo teórico-tecnológico que confere identidade e singularidade ao mesmo, e um dos objetos centrais de autoria.

**Figura 3** – Acesso ao Sistema Digital de Gestão do Conhecimento (SDGC), que disponibiliza as Plataformas Complexmedia. Nota-se à direita, abaixo, o campo disponibilizando acesso à busca de um determinado tema, palavra-chave ou outra tag. Este caminho conduz às Plataformas Complexmedia.



Fonte: Instituto Galileo Galilei (2014).

Por essa via abre-se um interessante potencial de investigações que poderá ser realizado a fim de se aprofundar o conhecimento a respeito da própria Complexmedia, enquanto objeto teórico em mídia do conhecimento; ou ainda a respeito

da Plataforma Complexmedia, a qual servirá de matriz para a interconexão de um conjunto de objetos educacionais digitais (OED), estruturados a partir de um modelo de engenharia e gestão do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, E. **Ciberprofessor**: novas tecnologias, ensino e trabalho docente. Belo horizonte: FHC-FUMEC, 2004.
- BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Bibliotheque de texts philosophiques J. Vrin, 2007.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- CARVALHO NETO, C. Z. **Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias e técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Educação digital**: paradigmas, tecnologias e complexmedia dedicada à gestão do conhecimento. 2011. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Física vivencial**: uma aventura do conhecimento. 2007. Disponível em: <<http://www.fisicavivencial.pro.br>>. Acesso em: 11 maio 2014.

\_\_\_\_\_. **Educação digital:** paradigmas, tecnologias e complexmedia dedicada à gestão do conhecimento. 2011. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

DELORS, J. **Educação:** um tesouro a descobrir. Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Lisboa: Asa, 1996.

DOLL JR. Willian. **Currículo:** uma perspectiva pós-moderna. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

FALKENBACH, A. P. **Crianças com crianças na psicomotricidade relacional.** Lajeado, RS: UNIVATES, 2003.

INSTITUTO GALILEO GALILEI. **Ondas mecânicas.** Disponível em: <<http://www.fisicavivencial.pro.br/busca?search=ondas+mec%C3%A2nicas&submit=Buscar>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Homepage.** Disponível em: <<http://www.fisicavivencial.pro.br>>. Acesso em: 11 maio 2014.

LAUFER, Roger; SCAVETTA, Domenico. **Texto, hipertexto, hipermedia.** Lisboa: Rés Editores, 1995.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo.** Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

\_\_\_\_\_. **Dialogicidade e representações sociais:** as dinâmicas da mente. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006a.

MATTA, A. E. R. **Tecnologias de aprendizagem em rede e ensino de História.** Utilizando comunidades de aprendizagem e hipercomposição. Brasília, DF: Líber Livro, 2006.

MELO, M. T. **Em busca da aprendizagem significativa na área da prevenção de doenças sexualmente transmissíveis e da AIDS entre a clientela adolescente.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MORIN, E.; LE MOIGNE, J-L. **A inteligência da complexidade.** São Paulo: Fundação Peirópolis, 2000.

MOREIRA, Morvan de Mello. Mudanças estruturais na distribuição etária brasileira: 1950-2050. **Trabalhos para Discussão**, n. 117, maio 2002.

THOMPSON, J. B. **Ideologia e cultura moderna:** teoria social crítica na era dos meios de comunicação de massa. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas.** Madri: Visor/Mec, 1993.

\_\_\_\_\_. **Formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

*Recebido em: 12.05.2014*

*Aprovado em: 04.10.2014*