

MPEL 2011 - Comunicação Educacional



O objectivo desta actividade é a de confrontar os estudantes com fontes primárias de trabalho científico dentro da temática em estudo, levando-os à compreensão não só dos conteúdos propostos mas também ao confronto com "papers", revisões de literatura, trabalhos empíricos, metodologias de pesquisa e análise de dados, bem como ao confronto com os processos típicos de apresentação de comunicações em encontros científicos que nesta UC simularemos através da recriação de um Simpósio Virtual.

[Kalyuga \(2009\) - Knowledge Elaboration: A Cognitive Load Perspective](#)

1. Introdução

O Processo de construção dos conhecimentos é considerada a partir da Cognitive Load Theory. Esta teoria assume que as estruturas de memória de longo prazo (LTM) são utilizadas para organizar e guiar o processo cognitivo num ambiente de aprendizagem. De acordo com esse pressuposto, o papel um external guidance, no processo de elaboração do conhecimento pode ser descrito como um substituto das estruturas de aprendizagem, sendo partilhado entre a pessoa (baseado nas estruturas de conhecimento LTM) e outro elemento (p.e. professor) ou outro meio que o substitua. A construção de conhecimento usa (à priori) conhecimento prévios para continuamente expandir e refinar novos materiais baseados em processos chave tal como, organizar, reestruturar, interconectar e integrar novos elementos de informação, identificando relações entre eles e relacionando os novos materiais com os conhecimentos prévios do aluno. Assim, os processos de conhecimento são essenciais para uma aprendizagem estruturada (duradoura), pois permite que os alunos organizem o conhecimento numa estrutura coerente, integrando deste modo a nova informação com (a ajuda) dos conhecimentos pré-existentes. Neste artigo vamos trabalhar a construção do conhecimento a partir de uma

perspectiva teórica baseada na Cognitive Load Theory. Esta teoria foca-se nas limitações de processamento do nosso sistema cognitivo e os seus meios para gerir essas limitações num ambiente de aprendizagem. Esta teoria assume também duas componentes funcionais da nossa estrutura cognitiva, uma dessas componentes é que temos uma estrutura grande e permanente de armazenamento de informação organizada. O outro componente básico é o mecanismo que limita o processo de alterações imediatas na informação guardada. O conceito de memória de trabalho (WM) é central para esta função. Os atributos mais comuns da maioria das WM são as suas grandes limitações de capacidade e duração quando conscientemente processamos elementos estranhos (para nós) de informação (Miyake e Shah, 1999). Se por exemplo estimulados (simultaneamente) por 7 ou mais "pedaços" de informação (não relacionados entre si), a WM fica sobrecarregada (Miller, 1996). Estas limitações resultam numa (relativamente) lenta mudança (enquanto a nova informação é organizada e codificada) na Memória de Longo Prazo (LTM). A Cognitive Load Theory também assume que as estruturas da LTM são essenciais para prevenir que a WM fique sobrecarregada, bem como para nos conduzir nos processos cognitivos. Assim podemos assumir que o papel (externo) de orientação no processo de construção do conhecimento pode ser descrito como que providenciando um substituto para as estruturas de LTM em falta.

Assim, e dito isto, este artigo vai procurar identificar e prever as estruturas de longo prazo (pré-existentes) nos alunos, e que servem como que uma espinha dorsal de organização da aprendizagem e que os alunos aplicam no processamento das tarefas que são propostas. Estas estruturas de conhecimento podem ser utilizadas na construção de ambientes de adaptativos.

Estruturas de conhecimento LTM e as limitações de processamento do sistema cognitivo

Apesar da capacidade muito limitada da WM e sua duração, conseguimos através da LTM adquirir/captar uma quantidade maciça de conhecimento base que utilizamos em diversos ambientes, organizando cognitivamente situações complexas, direccionando a nossa atenção, ao mesmo tempo que coordenamos diversas actividades/processos cognitivos. As estruturas de conhecimento baseadas na LTM permitem-nos reduzir drasticamente o sobrecarregamento da WM encapsulando elementos de informação em unidades maiores, de alto nível que podem ser tratadas como elementos da WM. A redução dos recursos de processamento podem também ser alcançadas aplicando determinadas estruturas de conhecimento, até que elas possam operar/actuar de forma automática, ao invés de serem controladas activamente.

Assim, a capacidade da WM pode ser ultrapassada (até det. ponto) através de processos automatizados (cognitivos) que requerem muito pouca capacidade da WM.

As características principais do conhecimento organizado da LTM, estão associadas com o conceito de esquemas (conjunto de representações cognitivas), como estruturas cognitivas genéricas que são utilizadas para categorizar padrões de informação. Generalizações abstractas de esquemas sobre alguns objectos e procedimentos de circunstâncias muito específicas codificam categorias gerais, características típicas e relações. O conhecimento baseado em esquemas pode ser geral ou (mais) específico, conectados entre si numa estrutura hierarquizada. Como unidade cognitiva, o esquema representa um nível superior de organização e não uma simples colocação de componentes de baixo nível. Como um esquema é tratado como uma unidade da WM e tais estruturas

requerem uma menor capacidade cognitiva de processamento, ao invés dos elementos de baixo nível que a compõem, tornando assim a WM mais manejável.

Na Cognitive Load Theory, a aquisição e automação de esquemas na LTM são considerados os factores mais significantes na prevenção do sobrecarregamento cognitivo na aprendizagem.

Orientação (Executive Guidance) da aprendizagem baseada em esquemas

A Executive Guidance nos processos cognitivos complexos envolve planeamento, organização e gestão dos processos mentais incluindo a coordenação das diferentes actividades cognitivas, procurando direccionar a atenção do aluno para a informação apropriada. É semelhante aos conceitos de "executive control" e "executive functions" que são utilizados para descrever a regulação metacognitiva. A meta cognição geralmente leva-nos para o conhecimento dos processos cognitivos do aluno e a sua capacidade de activamente controlar esses processos (Flavell, 1976).

A regulação metacognitiva determina a capacidade da pessoa de monitorizar, planear, controlar e controlar o processamento da informação relevante para determinado objectivo.

Num ambiente real de aprendizagem estamos a lidar com tarefas cognitivas que requerem compreensão e uso consciente de estruturas de conhecimento complexas.

Neste ambiente as funções executivas (ou controlo executivo) não podem ser dissociadas dos esquemas de conhecimento em que operam. A ausência de um regulador independente de cognição complexa é a principal "visão" da Cognitive Load Theory" (CLT).

Corresponde a uma abordagem evolutiva da CLT que é baseada numa analogia entre a evolução dos sistemas cognitivos e biológicos, considerados exemplos de sistemas de processamento de informação "naturais". Se um esquema da LTM contém conhecimento automatizado de procedimentos, então o processamento da informação e subsequentes actos

são "conduzidos" para processos automáticos que não necessitam da executive guidance explícita.

Estes processos automatizados tomam forma de uma maneira não consciente em actividades cognitivas complexas com componentes de baixo nível. Este conhecimento implícito pode incluir as estruturas automáticas "adquiridas" como resultado da prática intensiva (repetição) ou como produto de aquisições de carácter evolucionário como p.e. o processamento do espaço, tempo, a aquisição de uma língua estrangeira ou crenças populares (Geary, 2007). Na ausência de procedimentos automatizados a regulação metacognitiva é requerida e fornecida para vários esquemas da LTM. Do ponto de vista da meta cognição estes esquemas baseados na LTM, de natureza declarativa representam o mecanismo metacognitivo das tarefas, estratégias e objectivos enquanto os esquemas procedimentais representam competências metacognitivas para orientar, planear, regular e avaliar os processos cognitivos.

Estas capacidades metacognitivas de conhecimento e competências podem ser usadas para garantir a executive guidance, isto é, utilizá-las para guiar o processamento de tarefas de uma maneira que utilize funções executivas. Quando o processamento automático baseado em esquemas falha, os esquemas explícitos da LTM actuam para fornecer executive guidance para (dessa forma) processar a (s) tarefa (s) de forma consciente e controlada. Podemos assim dizer que, na ausência deste mecanismo na LTM, a "busca" tende a ser aleatória, tendendo para situações de tentativa-erro. Assim, a executive guidance pode ser associada com a meta cognição, apesar de, e de acordo com um ponto de vista tradicional da meta cognição, o metanível da cognição é dissociado dos processos a um nível cognitivo (objecto).

O metanível é elaborado por esquemas desenvolvidos a um nível cognitivo baixo, sendo modulado de acordo com a tarefa em questão. É por isso óbvio que o executive guidance fornece flexibilidade aos processos cognitivos, na ausência de esquemas automáticos de resposta. Dentro do esquema teórico da Cognitive Load Theory, é assumido que a executive guidance durante actividades cognitivas complexas (incluindo a

construção de conhecimento), é fornecido pelos esquemas explícitos da LTM a diferentes níveis de especificidade, em vez de utilizar uma estrutura separada de componentes da nossa arquitectura cognitiva. O suporte da executive guidance de alto nível nos processos cognitivos é considerada como uma entidade virtual, a um nível metacognitivo que é construído para cada situação/tarefa específica. Este nível de cognição não é muito diferente dos esquemas cognitivos presentes na natureza. De acordo com esta abordagem funcional da executive guidance, os esquemas relevantes para a tarefa na LTM (a um nível cognitivo) é combinado para gerir elementos novos de informação. Durante a elaboração do conhecimento, estes elementos de informação são processados conscientemente pela WM, onde o conhecimento é activamente reconstruído. Os esquemas disponíveis na LTM efectivamente conduzem este processo de reconstrução. A nossa cognição de alto nível pode operar como um sistema dinâmico em que o processo de construção do conhecimento é guiada pelos esquemas disponíveis, que por sua vez são actualizadas e modificadas como produto desses mesmos esquemas. O conceito de memória de trabalho de longo prazo (Ericsson e Kinstch, 1995) e a de Teoria de Skilled Memory (Ericsson e Staszewski, 1989; Kinstch, 1998) fornece exemplos de uma possível executive guidance fornecida pela LTM de base.

Os esquemas associados com elementos de informação actualmente activos na WM podem criar um LTWM com capacidades e características diferentes daquelas presentes na WM. Estes elementos activos de informação poderão (p.e.) representar conhecimentos orientados para a tarefa ou outra experiência metacognitiva (Efklides, 2006, 2008) que conduza o processo cognitivo activando os esquemas relevantes da LTM. Exemplo: quando lemos um texto, vamos construindo e continuamente actualizando a situação modelo no nosso conhecimento prévio. Se os esquemas relevantes forem accionados automaticamente, então o executive guidance explícito é necessário, pois a informação subsequente da tarefa é comparada com a situação modelo, e se surgirem inconsistências, o

conhecimento metacognitivo é chamado a regular o processamento cognitivo. A situação modelo representa efectivamente o conteúdo da LTWM que direcciona a nossa atenção e regula o processo de leitura, tudo isto devido à situação modelo, que é suficientemente durável e resistente depois de uma interrupção, podendo nós (devido a esta capacidade) retornar ao ponto onde estávamos (no texto), e não ao início. De forma similar os electricistas conseguem ler e elaborar o seu trabalho usando o seu conhecimento base (aplicável a qlq profissão/tarefa). Na nossa vida diária somos especialistas no manuseio de situações complexas, sendo mestres em centenas de contextos diferentes, reconhecidos, activados e utilizados para ultrapassarmos as nossas actividades do dia-a-dia. Cada contexto é associado com um conjunto de representações cognitivas (esquemas) que estão armazenadas na LTM e que nos fornecem a executive guidance para as situações, em contraponto com as tarefas complexas de aprendizagem, em que muitos dos esquemas são automatizados e actuam sem um controlo consciente.

Optimizar a executive guidance na construção do conhecimento

Na presença de esquemas relevantes de LTM, a WM pode fornecer ferramentas cognitivas ricas e organizar ambientes complexos. Por outro lado, quando não existem estes esquemas para nos providenciar uma executive guidance numa nova situação, usamos estratégias gerais de busca focadas na situação. Por exemplo, na ausência de esquemas na LTM, vamos procurar adaptar diferentes padrões comportamentais para responder às situações desconhecidas/novas aplicando esquemas situacionais e/ou linguísticos, ou em alternativa, e de forma aleatória experimentamos operações de tentativa e erro para resolver a situação nova (p.e. tradução de um texto escrito numa língua estrangeira).

Mesmo que as estruturas baseadas na pesquisa nos permitam resolver/atingir a resolução dos problemas, elas são (por si só) ineficientes como um modo de aprendizagem devido aos altos níveis de desperdício da WM que pode causar uma sobrecarga cognitiva (Sweller, 1988). Uma alternativa melhor pode ser

fornecida por instruções externas que podem fornecer executive guidance para a construção do conhecimento. Esta instrução externa pode efectivamente ser um substituto parcial para a falta de esquemas baseados na executive guidance a níveis (de principiante) da aprendizagem, explicando aos alunos como manejar a situação ou resolver determinada tarefa. De um ponto de vista metacognitivo (Efklides, 2008), este procedimento opera a um nível social da meta cognição pois, mesmo que o professor não esteja presente, os seus exercícios e exemplos são seguidos, pressupondo que os passos e suas explicações são utilizados e que através desta apresentação dos passos para a solução, indicam uma presença metacognitiva do professor/tutor.

Nesta perspectiva, o papel das instruções directas na aprendizagem pode ser interpretada como fornecedora de executive guidance que substitui a do aluno, utilizando deste modo um guia baseado em esquemas para reduzir desperdícios na aprendizagem, bem como a sobrecarga da WM. Determinar os métodos/ferramentas de ensino que forneçam uma executive guidance em diferentes situações de ensino/aprendizagem (p.e. alunos com níveis diferentes de conhecimentos prévios), é uma das questões que a Cognitive Load Theory procura responder. O papel principal das instruções é a de providenciarum substituto para os esquemas da LTM (fornecedoras de executive guidance), podendo-se por isso deferir que o desenho das instruções pode necessitar de seguir as características e tipos principais dos esquemas em determinado domínio. Os esquemas instrucionais podem ajudar os alunos aprender os padrões de informação e a sua categorização, permitindo desse modo usar os conhecimentos apropriados para lidar com os diferentes tipos de situação sem sobrecarregar as ferramentas cognitivas. A quota parte dos esquemas da LTM que são requeridas pela orientação externa para uma tarefa depende do nível do aluno e da sua experiência em determinado domínio. Para principiantes, as instruções podem ser a principal fonte de orientação enquanto que para os mais experientes, os esquemas necessários podem já estar disponíveis na LTM (incluindo conhecimento metacognitivo e estratégias para resolver possíveis conflitos entre esquemas).

Na maioria das situações de aprendizagem estas duas situações de executive guidance precisam de ser complementadas entre si, idealmente uma executive guidance bem estruturada deve ser baseada nos esquemas da LTM quando lidam com situações previamente aprendidas e com orientações externas quando lidando com novas unidades de informação. Numa situação em que a executive guidance (orientação executiva) não está disponível para lidar com qualquer destas situações, os alunos têm que recorrer a estratégias de pesquisa com a sobrecarga (associada) da WM. Isto acontece quando a resolução de problemas em ambiente de ensino, sem que seja dada qualquer orientação e/ou conhecimentos no domínio. Já nos alunos avançados pode haver uma sobreposição entre esquemas automatizados (conscious metacognitive regulation) e a executive guidance instrucional (o desenho dos materiais utilizados) utilizada para tratar a mesma informação e processos cognitivos. Assim o aluno pode necessitar de conjugar o overlapping (desequilíbrio) do executive guidance consumindo desse modo recursos da WM causando uma sobrecarga cognitiva. Por exemplo, determinados peritos podem necessitar de desligar dos esquemas automatizados para processamentos conscientes que necessitem de recursos de WM, obtendo assim uma menor capacidade para a aquisição, construção e elaboração (organização) de novos conhecimentos, provocando o "expertise reversal effect" (Kalyuga, 2005, 2007; Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003).

Construir sobre esquemas de alto nível

A construção de conhecimento numa realidade complexa estende-se para lá deste nível e propõem-se à aquisição de esquemas de alto nível que poderão aplicar-se (de forma flexível) a situações de mudança. Estes esquemas podem representar generalizações de estruturas de conhecimento (em determinado domínio), bem como os conhecimentos/procedimentos metacognitivos a diferentes níveis. A aquisição de conhecimentos e competências automatizadas relacionadas

com as condições de aplicabilidade em determinado domínio é importante para uma aprendizagem flexível e para a construção de conhecimento /competência de alto nível em determinado domínio. Na óptica da Cognitive Load Theory, esta importância está relacionada com a libertação de recursos cognitivos para que essa aprendizagem possa ocorrer. Esta aquisição de esquemas de alto nível pode ser necessária para uma efectiva executive guidance em situações novas e resoluções de problemas flexíveis, portanto a construção de conhecimento em estádios avançados de aprendizagem pode envolver a produção de generalizações através da reprodução de esquemas específicos integrando nova informação em esquemas de alto nível, reestruturando o conhecimento em diferentes níveis de acordo com a situação e o nível de conhecimentos dos alunos. Outra situação importante da competência de resolução de problemas de alto nível é a capacidade de "desengatar" esquemas (anteriormente bem apreendidos), mas que por algum motivo não funciona em novas situações (p.e. os alunos podem ignorar fontes redundantes de informação ou modos de apresentação que poderão sobrecarregar a WM, ou em alternativa - intencionalmente - agrupar elementos da nova informação para reduzir a sobrecarga cognitiva). As características de aprendizagem alteram-se significativamente à medida que os alunos desenvolvem mais conhecimentos em determinado domínio. Na ausência de esquemas relevantes os alunos poderão requerer outro tipo de suporte (ao nível do design ou como os materiais devem ser apresentados), a que chamaremos instrucional, para estender o seu conhecimento base. À medida que os alunos se tornam mais experimentados em determinado domínio podem começar a aplicar os esquemas disponíveis da LTM para fazer frente às situações dentro das áreas de estudo, sem sobrecarregar a WM. Obviamente estes mecanismos não são apreendidos de forma igualmente fácil, pois o nível de dificuldade varia, necessitando por isso de um maior esforço para obter um alto nível de eficiência de forma a libertar a WM para a subsequente construção de conhecimento. Por outro lado, as estruturas conceptuais de alto nível podem ser apreendidas no início da aprendizagem, seguido pela construção de conhecimento específica praticando os

pormenores (partindo das generalidades para o mais específico). Outra abordagem possível para a construção do conhecimento é a de tender para competências flexíveis que possam envolver a movimentação entre diferentes níveis de generalidades trabalhando exemplos com o devido suporte instrucional, através do chamado "Vertical Fading" (que representa uma dimensão diferente que complementa a tradicional), sendo a tradicional chamada de "Horizontal Fading", sendo que nesta ocorre ao mesmo nível de generalizações, quando partes dos exemplos trabalhados ou o terminus das tarefas são progressivamente substituídas por resoluções de problemas, tendo níveis de progressão à medida que os conhecimentos/experiência aumenta. Com o "Vertical Fading", os alunos são presentes com uma estratégia geral que requiere a especificação em situações concretas com níveis gradualmente estabelecidos de suporte instrucional (métodos e técnicas de interacção/explicitação de materiais). Deste modo, faz sentido revelar que os ambientes de aprendizagem adaptativa, que "adaptam" os processos de elaboração de conhecimento, para que se possa alterar as características individuais dos alunos fornecendo meios efectivos para gerir todos esses inputs.

Referências (guias) adaptadas aos níveis de conhecimento dos alunos

A quantificação apropriada dos níveis estruturais de conhecimento em tempo real é um meio importante para desenhar processos de construção de conhecimento óptimos. Como anteriormente foi notado, os esquemas da LTM guiam os processos que ocorrem na WM durante as complexas actividades cognitivas, portanto, avaliar fontes de executive guidance enquanto os alunos completam tarefas complexas pode fornecer-nos indicadores dos níveis de aquisição nos esquemas correspondentes da LTM. É possível obter esta informação usando reports verbais, no entanto, este método é muitas vezes um consumidor excessivo de tempo não sendo também fácil de aplicar online. Numa abordagem alternativa, os indícios podem ser obtidos observando os níveis de esquemas (se existirem) que os alunos começam a aplicar

imediatamente às tarefas apresentadas. Os alunos avançados podem ser capazes de identificar imediatamente estruturas de alto nível nos materiais disponibilizados, enquanto que os iniciantes só conseguem identificar componentes de baixo nível de forma aleatória. Os esquemas da LTM são a componente que determinam estas diferenças, existindo variadas ferramentas para analisar esta problemática, tal como:

- 1) No First Step Diagnostic Method, os esquemas que guiam os alunos na resolução de problemas, à medida que se aproximam de uma tarefa pode ser estabelecida através de perguntas que indiquem quais os seus primeiros passos no sentido da solução da tarefa. Os alunos com altos níveis de esquemas conseguirão obter os esquemas da LTM e rapidamente gerar estádios avançados da solução. Este método avalia as estruturas da executive guidance baseada em esquemas (se existirem) e a forma como o aluno as usa, à medida que se aproxima da resolução da tarefa. Quando "aparecem" primeiros passos (substancialmente) diferentes são indicadores de níveis diferentes de aquisição de esquemas da LTM. Existe outro teste de avaliação de esquemas, que é o Rapid Verification Method, que consiste na apresentação aos alunos de uma série de possíveis passos (com respostas baseadas na dicotomia correcto VS incorrecto) correspondendo aos vários estádios da solução, no qual os alunos devem responder rapidamente mediante as situações apresentadas. Através destes testes procura-se nivelar os estímulos, conforme os níveis de conhecimento de cada aluno em determinado domínio, dando pistas acerca da formação da executive guidance e processos de construção de conhecimento individual.

Existe também um modelo de controlo combinado, em que o sistema selecciona um conjunto de tarefas baseadas na performance dos alunos e nos seus ratings cognitivos (comportamento controlado p/ sistema), apresentando em seguida o subconjunto ao aluno que toma a decisão final (componente controlado pelo aluno). O nível de controlo do aluno varia com o desenvolvimento de um domínio específico e competências autoreguladoras. Existe também modelos Advisory que podem fornecer aos alunos com

capacidades adaptativas em tarefas (de aprendizagem) seleccionadas (abord. adaptativa) que diz que ao resolverem problemas em novas situações, os peritos normalmente gastam mais tempo na avaliação qualitativa do problema, planeando e construindo representações explícitas da situação, antes de aplicarem soluções específicas. Esta avaliação deverá por isso ser focada nas capacidades do aluno em identificar ou verificar rapidamente esquemas conceptuais e abordagens estratégicas em vez de passar para uma solução (no imediato).

Conclusão

De acordo com os pontos explícitos no artigo os processos de construção do conhecimento requerem executive guidance que partilhada entre o aluno e os meios de ensino (ferramentas). Mais especificamente foram identificados:

- 1) O conhecimento disponível da LTM de base do aluno é usado para fornecer executive guidance no processo de construção do conhecimento;
- 2) Instrumentos externos (ferramentas instrucionais) podem substituir os esquemas de LTM de base;
- 3) Ambientes adaptativos de aprendizagem baseados em métodos de diagnóstico rápido podem ser meios efectivos para adaptar os processos de construção de conhecimento, como forma de alterar as características optimizando a executive guidance a diferentes níveis da construção do conhecimento.

A ausência de uma adequada executive guidance pode causar no aluno processos cognitivos que geram desperdício resultando numa sobrecarga de WM. Assim fornecendo uma executive guidance adequada consegue-se o evitamento da sobrecarga cognitiva e subsequentemente da WM. Níveis desadequados de executive guidance podem causar níveis de sobrecarregamento cognitivo durante a construção do conhecimento, devido a:

- 1) Conhecimento insuficiente do aluno, que não é substituído por instrumentos apropriados de referência e ;
- 2) Uma sobreposição entre o conhecimento disponível de base e a guidance de referência, que em ambas tem por objectivo as mesmas actividades cognitivas.

O continuo equilíbrio da executive guidance é essencial para reduzir ou eliminar estas fontes de sobrecarga cognitiva apresentando a guidance requerida a um nível apropriado, removendo suportes redundantes, à medida que os conhecimentos do aluno aumentam. Os ambientes adaptativos de aprendizagem que dinamicamente produzem níveis de referência externa suportam a mudança dos níveis individuais do conhecimento dos alunos, afectando positivamente a executive guidance.