

## UM TREINAMENTO EM DUAS ETAPAS VISANDO À CERTIFICAÇÃO DE MAPEADORES EXCELENTES: DA REPRESENTAÇÃO À MODELAGEM DE CONHECIMENTO

*Paulo R. M. Correia & Joana G. Aguiar, Universidade de São Paulo, Brasil  
Email: prmc@usp.br, www.mapasconceituais.com.br*

**Resumo.** O treinamento de usuários na técnica de mapeamento conceitual é condição indispensável para assegurar a alta qualidade do mapa conceitual (MC) em termos de estrutura gráfica e precisão do conteúdo. Porém, avaliar a excelência na técnica por meio da qualidade de estrutura e conteúdo é tarefa complexa. Esse trabalho tem como objetivo propor um treinamento sequencial em duas etapas. A primeira etapa requer o cumprimento de objetivos de baixa ordem cognitiva (lembrar, entender, aplicar) para capacitar novatos a bons mapeadores, desenvolvendo habilidades de representação do conhecimento por meio dos MCs. A segunda etapa requer o cumprimento de objetivos de alta ordem cognitiva (analisar, avaliar e criar) para capacitar bons a excelentes mapeadores, desenvolvendo habilidade de modelagem do conhecimento por meio dos MCs. Aportes teóricos são oferecidos para (1) apresentar parâmetros de referência que distinguem bons e excelentes MCs; (2) informar a produção de tarefas instrucionais, considerando a taxonomia revisada de Bloom e a teoria da carga cognitiva; (3) propor um protótipo de treinamento em mapeamento conceitual combinando atividades à distância e presenciais. A aplicação do treinamento proposto e a busca por uma certificação institucional são os próximos passos para a utilização madura dos MCs.

### 1 Introdução

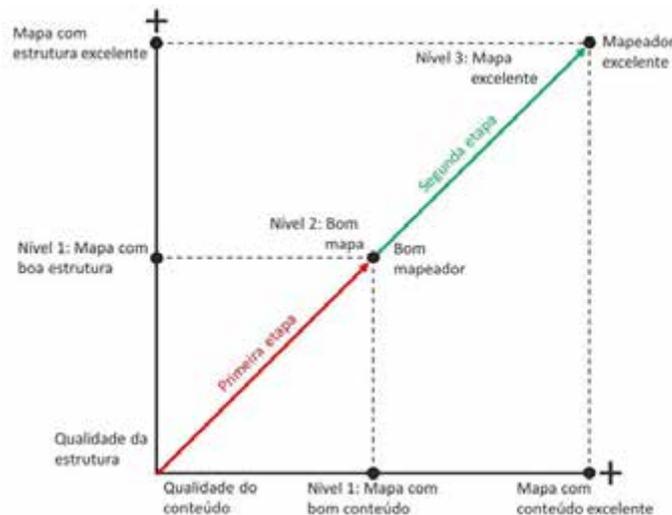
Mapas conceituais (MCs) são ferramentas gráficas que representam o conhecimento explicitando a relação entre dois conceitos por meio de proposições. Os conceitos são hierarquicamente organizados e a rede proposicional tem o objetivo de responder à uma pergunta focal (Cañas & Novak, 2006). De acordo com Cañas, Novak e Reiska (2015) existe uma diferença entre bons MCs e excelentes MCs (Figura 1). Bons MCs devem preencher requisitos ou métricas relacionados à estrutura gráfica e à precisão do conteúdo mapeado, tais como responder a uma pergunta focal específica, apresentar uma organização dos conceitos hierarquicamente do mais geral para o mais específico, ter proposições corretas e relevantes. Entretanto, nenhum desses requisitos garante um MC excelente, que precisa ser conciso, bem estruturado e capaz de capturar a complexidade do conteúdo envolvido.

A qualidade de um MC está intimamente relacionada à proficiência na técnica e ao nível de conhecimento do mapeador sobre o tema a ser representado. Quanto maior a proficiência e o conhecimento do mapeador, maior a qualidade do MC. Entretanto, avaliar essa qualidade é tarefa complexa. Apesar de Cañas, Novak e Reiska (2015) apresentarem importantes considerações sobre como reconhecer MCs excelentes, eles também afirmam que:

Um MC excelente é como um bom poema, você sabe quando o lê, porém, não se sabe como quantificar a razão. Mapeadores profissionais conseguem reconhecer um MC excelente, mas é difícil ensinar como construí-lo (Cañas, Novak & Reiska, 2015, p. 17, tradução nossa).

As dificuldades apontadas passam por entender uma série de perguntas ainda sem respostas, como, por exemplo: *Como nos tornamos mapeadores excelentes? Quais competências devem ser desenvolvidas para se tornar um excelente mapeador? Quais as características de MCs excelentes? E, como esses MCs podem ser distinguidos de bons MCs?* Nosso grupo vem se dedicando à pesquisas voltadas ao desenvolvimento e aplicação de atividades de treinamento capaz de tornar novatos em bons mapeadores (Aguiar & Correia, 2014; Aguiar, Cicuto & Correia, 2014). A Teoria da Carga Cognitiva nos oferece um panorama teórico que norteia a escolha das melhores estratégias instrucionais em cada etapa desse treinamento (Correia & Aguiar, 2014). Os resultados obtidos até o momento são promissores e a possibilidade de disseminação em larga escala se torna possível com a adaptação dessas atividades por meio de plataformas de ensino à distância.

Esse trabalho tem como objetivo propor um treinamento sequencial em duas etapas para formar mapeadores excelentes (linhas vermelha e verde na Figura 1). A primeira etapa oferece atividades à distância, mediadas por computador, para capacitar novatos na organização e representação do conhecimento na forma de MCs (Tabela 1). A segunda etapa prevê atividades presenciais para capacitar bons mapeadores na modelagem do conhecimento usando MCs, levando-os a condição de mapeadores excelentes (Tabela 1).



**Figura 1.** Estrutura gráfica e precisão do conteúdo são critérios que definem a qualidade dos MCs. Bons mapeadores combinam boa estrutura (nível 1) com bom conteúdo (nível 1) para fazer bons MCs (nível 2). Mapeadores excelentes elaboram MCs excelentes (nível 3), com alta qualidade geral, de estrutura e de conteúdo. Traduzido e adaptado com permissão de Cañas, Novak & Reiska (2015).

	<b>Primeira etapa</b>	<b>Segunda etapa</b>
<b>Formato das atividades</b>	<i>Online</i> , mediadas por computador	Presencial
<b>Foco principal</b>	Representação do conhecimento	Modelagem do conhecimento
<b>Nível do mapeador</b>	Novato a bom mapeador	Bom mapeador a excelente mapeador

**Tabela 1:** Características gerais que diferenciam as duas etapas sequenciais de treinamento em MCs proposto nesse trabalho.

A sustentação dessa proposta é feita a partir de discussões teóricas que cumprem três objetivos específicos:

- Distinguir bons MCs e excelentes MCs, oferecendo parâmetros de referência para avaliar a qualidade do MC e a proficiência dos mapeadores.
- Caracterizar as tarefas instrucionais necessárias para cumprir as duas etapas de treinamento.
- Propor um protótipo do treinamento orientado à certificação de mapeadores excelentes.

## 2 Parâmetros para distinguir mapas conceituais bons e excelentes

Os MCs são constituídos por duas características fundamentais: a estrutura gráfica e o conteúdo semântico. A estrutura diz respeito aos aspectos de layout visual tais como: o número e localização de conceitos e proposições, a disposição hierárquica dos conceitos, o tamanho do MC e a proporção entre conceitos e proposições, aspectos de legibilidade e fluxo proposicional, a quantidade de setas indicando ordem de leitura, a realização de ligações cruzadas, o uso de cores ou outras dicas gráficas de navegação, entre outros. Já o conteúdo semântico diz respeito à validade e pertinência dos conceitos, termos de ligações e proposições, a pertinência da hierarquia, a aderência à pergunta focal, relações conceituais entre diferentes sub-domínios presentes no MC, a presença de exemplos, entre outros. As características de estrutura e conteúdo permitem avaliar a qualidade de um MC, a partir dos quatro elementos centrais que os constituem (Cañas & Novak, 2008; Aguiar & Correia, 2014):

- As **proposições** devem ter alta clareza semântica e comunicar com precisão as relações conceituais representadas.
- A **pergunta focal** delimita o conteúdo a ser mapeado e é a forma mais eficiente para controlar o tamanho do MC.
- A organização dos conceitos deve apresentar **hierarquia**, sendo que os conceitos mais gerais (abrangentes) iniciam o mapa e são progressivamente detalhados.
- As **revisões contínuas** do MC devem ser utilizadas para modificar o conhecimento representado, de acordo com as mudanças de entendimento conceitual do mapeador.

A Tabela 2 apresenta uma combinação entre os quatro elementos centrais citados acima considerando sua contribuição a favor da estrutura ou do conteúdo do MC. A Tabela 2 norteia os parâmetros de referência que caracterizam e diferenciam bons MCs e excelentes MCs.

Os bons MCs são aqueles que cumprem os critérios estabelecidos na diagonal (em preto) da Tabela 2. Para se tornar um bom mapeador, cada elemento central deve ser compreendido e manipulado de modo unitário, ou seja, o sujeito precisa incorporar, passo-a-passo, esses parâmetros à medida que aprende a técnica. A revisão contínua é uma boa estratégia que permite inicialmente listar conceitos (eventos ou objetos), em seguida organizá-los hierarquicamente do mais geral ao mais específico, depois estabelecer proposições corretas e claras e, por fim, definir uma pergunta focal. Esse processo garante uma boa organização e representação do conteúdo, a partir da união das partes (proposições com conceitos hierarquicamente organizados) culminando no todo (um bom MC que responde à uma pergunta focal específica). É possível avaliar o bom mapeador como sendo aquele que manipula os elementos centrais para garantir uma boa representação do conhecimento.

Os MCs considerados excelentes são aqueles que cumprem tanto os critérios estabelecidos na diagonal como aqueles descritos nas demais células (em branco) da Tabela 2. Para se tornar um mapeador excelente os elementos centrais precisam ser compreendidos e manipulados a partir de suas múltiplas combinações. Por exemplo:

- Alterações na pergunta focal norteiam a escolha de novos conceitos e proposições (pergunta focal em conteúdo/proposição em estrutura).
- A hierarquia pode ser organizada de modo cíclico em função de uma nova pergunta focal ou de relações conceituais de causa-consequência (pergunta focal em conteúdo/hierarquia em estrutura).
- Ligações cruzadas podem ser mais facilmente definidas quando a hierarquia destaca sub-domínios de conhecimento (hierarquia em conteúdo/proposição em estrutura).

A revisão contínua é novamente uma boa estratégia que permite o refinamento do todo (um MC mais conciso e fiel à complexidade do conteúdo) a partir da interrelação entre as partes (os elementos centrais). É possível avaliar o mapeador excelente como sendo aquele que manipula a combinação dos múltiplos elementos centrais para garantir uma boa modelagem do conhecimento (alta qualidade de estrutura e conteúdo).

### **3 Taxonomia Revisada de Bloom e Teoria da Carga Cognitiva para informar as tarefas de treinamento**

Nos últimos anos os MCs vem sendo usados para realizar gestão do conhecimento, entendida como um processo que requer organização, representação, refinamento e compartilhamento de conhecimento especializado (Newbern & Dansereau, 1995; Cañas, Leake & Wilson, 1999; Fischer & Mandl, 2001; Coffey *et al.*, 2002; Tergan, Graber & Reinmann-Rothmeier, 2003; Tergan, 2005; Hoffman *et al.*, 2008; Novak, 2010; Correia, 2012). O treinamento proposto nesse trabalho divide a habilidade de gerir conhecimento por meio dos MCs em duas etapas sequenciais:

- (1) Organização e representação do conhecimento.
- (2) Refinamento do conhecimento (modelagem).

Cada etapa requer processos cognitivos distintos bem como o desenvolvimento de habilidades específicas. A taxonomia revisada de Bloom nos auxilia a classificar os objetivos a serem cumpridos em cada uma dessas etapas de treinamento (Figura 2). Um dos primeiros requisitos para se tornar um bom mapeador é estabelecer uma proposição por meio da união entre dois conceitos com um termo de ligação com verbo. Nesse caso, os objetivos a serem cumpridos pelo mapeador são: (1) *lembrar* que conceitos devem ter poucas palavras, (2) *entender* o conceito de proposição e, (3) *aplicar* o procedimento de unir os conceitos por meio de um verbo que explicita essa relação. Para que o sujeito escolha os conceitos a serem relacionados, bem como o verbo mais adequado para explicitar essa relação, ele deverá dominar não apenas a estrutura das proposições como o conteúdo que está sendo mapeado (relação proposição em estrutura/proposição em conteúdo na Tabela 2). Um bom MC e, conseqüentemente, um bom mapeador podem ser avaliados a partir do cumprimento dos dois objetivos considerando para avaliação (i) se a estrutura da proposição está correta (dois conceitos, seta que orienta a leitura, verbo no termo de ligação) e (ii) se o termo de ligação escolhido está correto (relação conceitual válida e correta sob o ponto de vista do especialista no conteúdo).

CRITÉRIO FOCADO EM PRECISÃO DE CONTEÚDO				
	CONCEITOS & PROPOSIÇÕES	HIERARQUIA	PERGUNTAL FOCAL	REVISÃO CONTÍNUA
CONCEITOS & PROPOSIÇÕES	Rótulo dos conceitos com poucas palavras e que aparece apenas uma vez na rede. Termos de ligação com verbo que explicita corretamente a relação entre o conceito inicial e final. O mapa conceitual é dado pela soma de todas as proposições interligadas (Novak & Cañas, 2010).	Ligações cruzadas – busca por proposições que especifique a interrelação entre dois conceitos em diferentes sub-dominios de conhecimento. Esses sub-dominios estão em diferentes “ramos” hierárquicos do mapa conceitual (Novak & Cañas, 2010).	Mapas conceituais concisos com um número ótimo de conceitos e proposições que sejam inteiramente relevantes para responder à pergunta focal. Parcimônia proposicional e brevidade são necessárias para garantir a legibilidade do mapa conceitual (Derbentseva & Kwantis, 2014).	Adicionar, eliminar, revisar e resumir de modo a manter apenas conceitos-chave e uma alta clareza proposicional.
HIERARQUIA	Conceitos e proposições hierarquicamente bem balanceados e bem estruturados que demonstrem entendimento profundo sobre o conteúdo (Carvajal <i>et al.</i> , 2006)	Conceitos hierarquicamente organizados. O conceito mais geral é colocado no topo do mapa, que vai sendo progressivamente detalhado em conceitos mais específicos que devem estar na base do mapa (Novak & Cañas, 2010).	O <i>layout</i> e o fluxo de leitura semântica devem levar a um aumento da clareza e do nível de entendimento do conteúdo. Diferentes perguntas focais podem requer diferentes tipos de hierarquia, tais como a estrutura cíclica (Safayeni, Derbentseva, & Cañas, 2005) ou em rede (Kinchin & Hay, 2000).	Os conceitos mais inclusivos ( <i>e.g.</i> , aqueles em que chegam muitas setas) devem ser realocados no topo do mapa. A hierarquia geral do mapa deverá ser revisada a partir dessa mudança.
PERGUNTA FOCAL	As proposições devem ter alta clareza semântica e correção conceitual para que a rede proposicional possa, não apenas responder à pergunta focal, mas também, explicá-la da maneira mais clara possível (Cañas, Novak e Reiska, 2015).	Pergunta focal deve ser definida como um “título” no topo do mapa conceitual, destacando sua importância.	O contexto do mapa conceitual deve ser definido por uma pergunta focal explicitada. A rede proposicional deve responder à essa pergunta (Novak & Cañas, 2010).	Pergunta focal é utilizada para revisar, adicionar e eliminar conceitos bem como reestruturar a hierarquia.
REVISÃO CONTÍNUA	Adicionar, eliminar, revisar e resumir conceitos e proposições de modo a facilitar a navegação e a leitura.	A hierarquia é utilizada como guia para refinar a rede proposicional como um todo. Nesse processo deve-se buscar por ligações cruzadas, exemplos e micro-mapas ( <i>i.e.</i> mapas menores dentro do mesmo mapa).	A pergunta focal é utilizada como guia para refinar a rede proposicional como um todo. Deve-se buscar selecionar, revisar e resumir proposições, mantendo aquelas que possuem caráter explicativo ao invés de descritivo.	A revisão contínua deve ser utilizada para compreender, aplicar e revisar os critérios para construção de bons mapas conceituais (Aguilar & Correia, 2014).

**Tabela 2:** Quatro elementos centrais que compõem os MCs (proposições, hierarquia, pergunta focal e revisão contínua), em função do conteúdo e da estrutura. Bons mapas são aqueles que preenchem os pré-requisitos descritos na diagonal (em preto). MCs excelentes devem preencher os pré-requisitos de todas as células.



**Figura 2.** Estrutura da taxonomia revisada de Bloom considerando a dimensão dos processos cognitivos, os quais são hierarquicamente organizados do menos complexo (lembrar) ao mais complexo (criar).

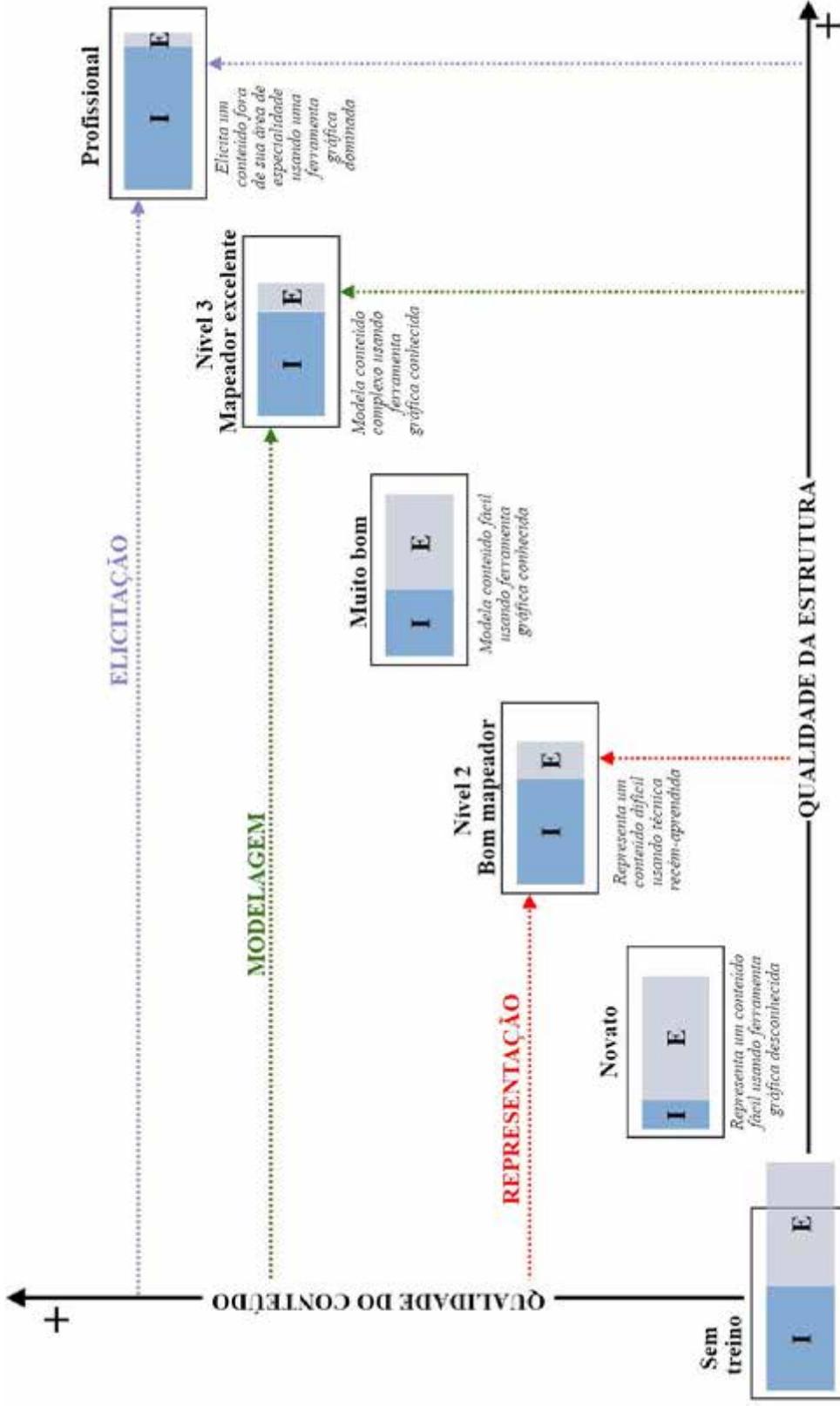
Um mapeador excelente deve ser capaz de refinar o MC de modo a torná-lo mais conciso considerando, por exemplo, um número ótimo de conceitos e proposições relevantes para explicar a pergunta focal (combinação entre pergunta focal em conteúdo/proposição em estrutura na Tabela 2). Nesse caso, o mapeador precisará cumprir os objetivos de (1) *avaliar* a pertinência e validade de conceitos e proposições frente à pergunta focal, (2) *analisar* se a pergunta focal está realmente sendo explicada a cada mudança nos conceitos e proposições e, (3) *criar* uma nova rede conceitual mais concisa e coerente a partir das modificações realizadas. Um mapeador excelente pode ser identificado pelo cumprimento desses objetivos, considerando para avaliação se o MC elaborado posteriormente a esse refinamento está mais conciso e menos descritivo que o anterior.

Nos exemplos dados, ser um bom mapeador envolve atingir objetivos que requerem processos de baixa ordem cognitiva, tais como *lembrar* fatos, *entender* conceitos e *aplicar* regras (Figura 2). Já a excelência na técnica só pode ser atingida mediante cumprimento de objetivos que requerem processo de alta ordem cognitiva, tais como, *avaliar* segundo um critério, *analisar* partes em função da melhoria do todo, além de *criar* um novo todo a partir da melhoria dessas partes (Figura 2). Krathwohl (2002) e Mayer (2002) argumentam que tarefas instrucionais que exigem menor processamento cognitivo devem preceder hierarquicamente aquelas de maior processamento, garantindo um aumento gradual na competência do sujeito sem sobrecarregar seu sistema cognitivo. Em outras palavras, a organização e representação do conhecimento por meio dos MCs deve preceder a modelagem de conhecimento e, ambas as tarefas, devem ser planejadas de modo a evitar a sobrecarga cognitiva.

De acordo com a Teoria da Carga Cognitiva (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011), tarefas instrucionais estão sujeitas a duas cargas cognitivas:

- (1) A carga cognitiva intrínseca (I) relativa à complexidade do conteúdo.
- (2) A carga cognitiva extrínseca (E) relativa ao formato da instrução.

Ambas as cargas são aditivas e, quando somadas, não podem ultrapassar a memória de trabalho do sujeito, que é limitada em capacidade e processamento. A Figura 3 indica como as cargas cognitivas sofrem alterações à medida em que treinamos os sujeitos a utilizar os MCs para a gestão do conhecimento. Usuários não treinados são mais suscetíveis a sofrer sobrecarga cognitiva durante uma tarefa de elaboração de MCs, uma vez que, precisam organizar um conteúdo novo e complexo (alta carga I) por meio de um organizador gráfico não-familiar (alta carga E). As cargas I e E quando somadas podem ultrapassar a memória de trabalho. O resultado é um MC de baixa qualidade tanto em estrutura como conteúdo, que não representa fielmente a estrutura cognitiva do mapeador (Correia & Aguiar, 2014). Sem a etapa de treinamento é impossível usar o MC para avaliar o conhecimento do sujeito.



**Figura 3.** Esquema que ilustra como as cargas cognitivas intrínseca (I, relativa à complexidade do conteúdo) e extrínseca (E, relativa ao formato da tarefa) sofrem alterações durante o treinamento na técnica de mapeamento conceitual. Esse trabalho propõe um treinamento em duas etapas, levando o sujeito de novato à mapeador excelente a partir do desenvolvimento de habilidades voltadas à representação e modelagem do conhecimento. Mapeadores excelentes podem se tornar mapeadores profissionais quando se tornam capazes de realizar elicitação do conhecimento.

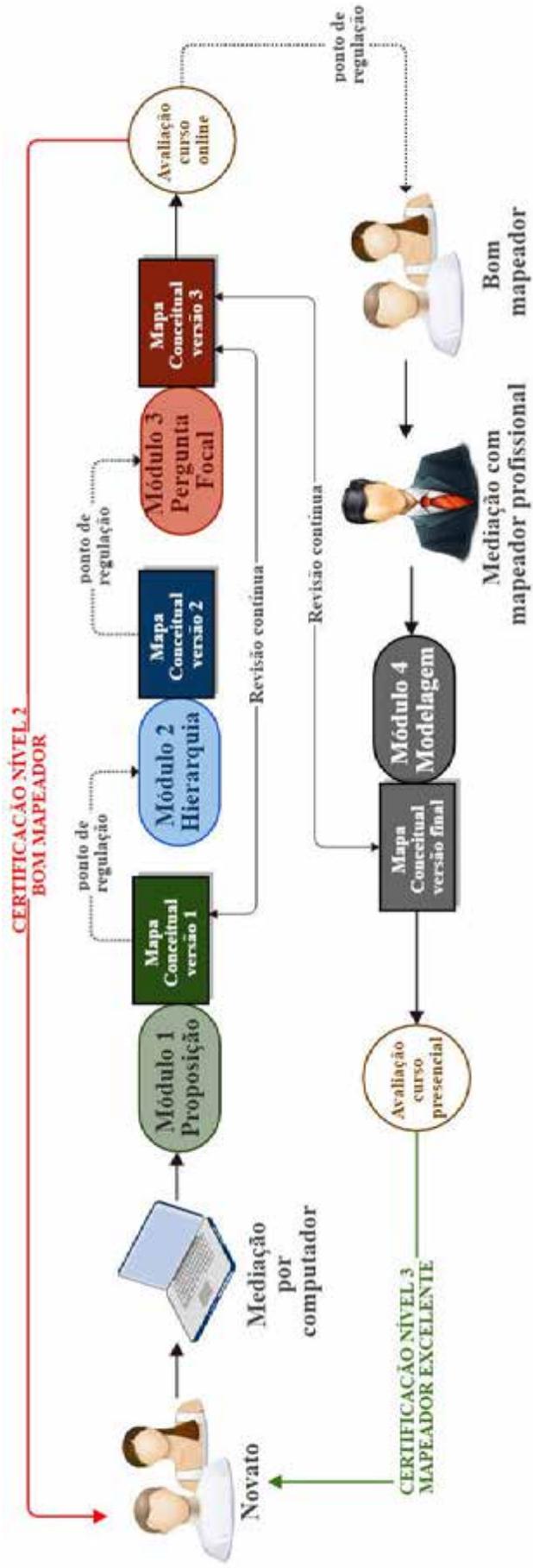
A primeira etapa do treinamento implica no sujeito aprender a representar seu conhecimento utilizando os elementos centrais do MC (proposição, hierarquia e pergunta focal). A gestão da carga I é possível pela diminuição da complexidade do conteúdo, sobrando mais recursos na memória de trabalho para lidar com a aprendizagem da técnica, ou seja, para lidar com a carga E imposta pelo uso de um organizador gráfico não-familiar. Depois que o sujeito aprende a manipular os elementos centrais dos MCs para representar seu conhecimento, a carga E é diminuída. A automatização dos processos de representação do conhecimento por meio desse organizador gráfico permite que ele se torne um bom mapeador. A partir desse momento, ele poderá voltar a mapear um conteúdo mais difícil ou complexo, aumentando com isso a carga I associada à tarefa. O resultado deverá ser um MC fiel à estrutura de conhecimento do mapeador, passível de ser fidedignamente avaliado com relação à estrutura e ao conteúdo. A revisão contínua é um elemento crítico para (i) garantir que o sujeito não sofra um processo de sobrecarga cognitiva durante as etapas de aprendizagem sobre a técnica, e (ii) permitir a reconstrução do conhecimento conceitual ao longo do tempo.

A Figura 3 mostra o caminho a ser percorrido do bom ao excelente mapeador. Garantido que o sujeito já saiba manipular individualmente os elementos centrais para compor um bom MC, agora é possível passar à etapa de modelagem desse conhecimento. Nesse processo, ocorre o refinamento de conceitos e proposições, adequação da hierarquia, revisão da pergunta focal de modo a preparar um MC mais conciso e fiel a complexidade do conteúdo. Para isso, a carga I aumentará, pois, serão múltiplos elementos sendo manipulados para melhorar o conteúdo. Da mesma forma, a carga E também aumentará, como efeito da técnica sendo usada para algo mais complexo do que uma simples representação. O mapeador que ultrapassar essa barreira de aprendizagem poderá ser considerado um mapeador “muito bom”, uma vez que modela conteúdos familiares utilizando uma técnica bem conhecida. O mapeador excelente (nível 3) é aquele que já compreendeu e automatizou em sua memória de trabalho o processo de modelagem por meio dos MCs, tendo sua carga E diminuída. Os recursos cognitivos ficam então disponíveis para lidar com um conteúdo complexo (alta carga I) resultando em MCs com alta qualidade geral, além da estrutura e conteúdo.

Uma última etapa evolutiva do mapeador excelente é se tornar um mapeador profissional, capaz de capturar, organizar, representar e modelar o conhecimento de outros especialistas por meio do processo de elicitación (Hoffman *et al.*, 1995, 2006). Esse nível de especialidade na técnica de mapeamento conceitual só é possível pois a manipulação da técnica está totalmente automatizada para o mapeador, sendo recuperada para a memória de trabalho com baixo investimento de recursos cognitivos. Os recursos que sobram são inteiramente dedicados para lidar com a alta carga I imposta pela representação e modelagem de um conteúdo fora do seu domínio de conhecimento. O uso efetivo de MCs em sessões de elicitación vem permitindo a preservação e compartilhamento de conhecimento tácito e especializado (Moon *et al.*, 2011). Vale ressaltar que nem todos os sujeitos interessados nos MCs desejam se tornar mapeadores excelentes ou profissionais. Na maioria dos casos, se tornar bons mapeadores já é suficiente para muitos objetivos educacionais ou profissionais.

#### **4 Protótipo de treinamento em duas etapas orientado à certificação de mapeadores excelentes**

A Figura 4 apresenta o protótipo de treinamento em duas etapas orientado à certificação de mapeadores excelentes. A Tabela 3 caracteriza e diferencia as duas etapas sequenciais de treinamento. A primeira etapa diz respeito a atividades *online*, mediadas por computador, estruturadas em três módulos que lidam com os elementos centrais, nessa ordem: conceitos/proposição, hierarquia e pergunta focal. Em cada módulo estão previstos instruções, exercícios e uma avaliação sobre os conteúdos discutidos. Os conteúdos instrucionais são apresentados por meio de recursos áudio-visuais (vídeo-aula, capturas de tela, mesas digitalizadoras, áudios explicativos). Os exercícios permitem a prática de cada informação aprendida na fase de instrução, optando-se por formatos com itens fechados (múltipla escolha, preencha a lacuna, resposta única). O desempenho do usuário nesses exercícios permite gerar *feedbacks* precisos durante o processo de aprendizagem, mesmo que o número de usuários seja elevado. Além disso, a automatização e personalização dos *feedbacks* permite que ele revise instruções e realize exercícios extras necessários à plena aprendizagem da técnica. O avanço na etapa *online* é controlado pelo desempenho obtido nas avaliações modulares (índice de acertos  $\geq 70\%$ ), que funcionam como pontos de regulação do processo de aprendizagem. Ao final do módulo 1 o usuário é convidado a elaborar um MC, a ser revisado continuamente ao final dos módulos 2 (revisão 1) e 3 (revisão 2), potencializando momentos de reflexão metacognitiva. A intenção é que ele demonstre sua habilidade em incorporar novas informações ao seu próprio MC, melhorando a qualidade de estrutura gráfica e a precisão do conteúdo. O propósito desse curso é capacitar novatos a bons mapeadores desenvolvendo habilidades descritas na diagonal da Tabela 2 para organização e representação do conhecimento com MCs. Um desempenho satisfatório na avaliação final do curso ( $\geq 70\%$ ) resulta na certificação do usuário como “bom mapeador” (nível 2).



**Figura 4.** Estrutura geral do treinamento sequencial proposto nesse trabalho. Um curso à distância composto de três módulos (1, 2, 3) objetiva capacitar (em larga escala) novatos na organização e representação de conhecimento por meio dos MCs, levando-os a mapeadores excelentes. O cumprimento de ambas as etapas de treinamento culmina na certificação do usuário em nível 2 e 3.

A segunda etapa diz respeito a atividades presenciais, mediadas por uma equipe de mapeadores experientes, estruturadas em um módulo que lida com a modelagem do conhecimento por meio dos MCs. Apenas bons mapeadores certificados podem participar dessa etapa do treinamento, diminuindo a demanda por esse tipo de atividade. Nesse módulo, instruções e exercícios são oferecidos para que o usuário possa refinar e revisar o MC produzido ao final da etapa *online*, alterando, para isso, pergunta focal, hierarquia, conceitos e proposições. Discussões focadas na modelagem do conteúdo utilizando MCs e *feedbacks* presenciais e personalizados durante o processo de aprendizagem devem garantir o desenvolvimento das habilidades descritas na Tabela 2. A revisão contínua será utilizada para refinar o conteúdo do MC produzido no módulo anterior, permitindo avaliar presencialmente o processo de modelagem feito pelo usuário. Uma das atividades previstas na avaliação final é a produção de um MC, que ao apresentar uma excelente qualidade geral, de estrutura e conteúdo, resulta na certificação como “mapeador excelente” (nível 3).

	<b>Primeira etapa</b>	<b>Segunda etapa</b>
<b>Extensão</b>	Larga escala Alto número de usuários atendidos ao mesmo tempo	Sob demanda Apenas bons mapeadores, poucos usuários atendidos por vez
<b>Design</b>	À distância com atividades assíncronas	Presencial
<b>Mediação</b>	Por computador	Com mapeador experiente
<b>Estrutura</b>		
Geral	3 módulos: proposição, hierarquia e pergunta focal, nessa ordem	1 módulo: modelagem
Instrução	Recursos áudio-visuais	Material impresso
Exercícios	Itens fechados	Discussões, práticas, argumentações
Feedback	Automatizado e personalizado	Presencial e personalizado
Elaboração de MCs	Ao final de cada módulo	Durante todo o módulo (refinamento)
<b>Avaliação</b>		
Por módulo	Ponto de regulação – pré-requisito para próximo módulo	Não há
Final	União de atividades dos 3 módulos	Atividades que incluem processo de modelagem com MCs
Desempenho satisfatório	Índice de acertos $\geq 70\%$	MC com maior qualidade que o anterior
<b>Papel da revisão contínua</b>	Incorporar os elementos centrais de modo unitário	Refinar o MC a partir da combinação de múltiplos elementos centrais
<b>Habilidades desenvolvidas</b>	Organização e representação do conhecimento	Refinamento e modelagem do conhecimento
<b>Proficiência atingida (certificação)</b>	Bom mapeador (nível 2)	Mapeador excelente (nível 3)

**Tabela 3:** Detalhamento das características do treinamento em duas etapas orientado à certificação de mapeadores excelentes.

## 5 Conclusão

Nesse trabalho, defendemos um treinamento em duas etapas sequenciais, organizadas em função dos processos cognitivos demandados. Na etapa *online*, o novato precisa cumprir objetivos de baixa ordem cognitiva (lembrar, entender, aplicar) para organizar e representar seu conhecimento por meio dos MCs. Na etapa presencial, o bom mapeador precisa cumprir objetivos de alta ordem cognitiva (analisar, avaliar e criar) para modelar seu conhecimento por meio dos MCs, se tornando um mapeador excelente. O protótipo de treinamento em duas etapas permite massificar o bom uso da técnica, ao mesmo tempo que prevê aprofundamento para os interessados em se tornar mapeadores excelentes. O atual momento das pesquisas sobre a técnica de mapeamento conceitual é compatível com a proposta de certificação de mapeadores, tendo em vista (i) a quantidade de usuários de programas como o CmapTools (Cañas et al, 2004) e (ii) a maturidade dos pesquisadores que compõem a comunidade internacional de mapeadores. A aplicação dessa proposta e a busca por uma certificação institucional são os próximos passos para a utilização madura dessa técnica de representação e gestão do conhecimento.

## 6 Agradecimentos

Agradecemos a FAPESP (2012/22693-5) pelo financiamento ao nosso grupo de pesquisa. J. G. A. agradece à CAPES pela bolsa de doutoramento.

## References

- Aguiar, J. G., & Correia, P. R. M. (2014). Como Fazer bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referência e Propondo atividades de Treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica*, 13(2), 141-157.
- Aguiar, J. G., Cicuto, C. A. T., & Correia, P. R. M. (2014). How can We Prepare Effective Concept maps? Training Procedures and Assessment Tools to Evaluate Mappers Proficiency. *Journal of Science Education*, 15(1), 12–19.
- Cañas, A. J., Leake, D. B. & Wilson, D. C. (1999)/ Managing, Mapping and Manipulating Conceptual Knowledge: Exploring the Synergies of Knowledge Management & Case-Based Reasoning. AAAI Workshop Technical Report WS-99-10: AAAI Press, Menlo Park CA.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J, Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the Foundations for Effective use of Concept Maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 1, pp. 494–502). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cañas, A. J., Leake, D. B., & Wilson, D. C. (1999). Managing, Mapping and Manipulating Conceptual Knowledge. In: AAAI Workshop Technical Report WS-99-10: Exploring the synergies of knowledge management & case-based reasoning. AAAI Press, Menlo Park.
- Cañas, A. J., Novak, J.D., & Reiska, P. (2015). How Good is My Cmap? Am I a Good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, Vol 7, No 1 (2015), pp. 6-19.
- Carvajal, R., Cañas, A. J., Carballeda, M., & Hurtado, J. (2006). Assessing Concept Maps: First Impressions Count. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps; Theory, Methodology, Technology*, Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 1, pp. 28-31). San José, Costa Rica: Univ. de Costa Rica.
- Coffey, J. W., Hoffmann, R. R., Cañas, A. J., & Ford, K. M. (2002). A Concept Map-Based Knowledge Modeling Approach to Expert Knowledge Sharing. Available online <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/IKS2002/IKS.htm> (April 2016).
- Correia, P. R. M., & Aguiar, J. G. (2014). Concept Mapping informed by Cognitive Load Theory: Implications for tasks involving learner-generated Cmaps. In: Correia, P. R. M., Infante-Malachias, M. E., Cañas, A. J. & Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping for Learning and Innovation*, Proc. of the Sixth Int. Conf. on Concept Mapping (Vol. 1, pp. 150-157). Santos, Brazil. São Paulo: USP.
- Correia, P. R. M. (2012). The use of Concept Maps for Knowledge Management: from Classrooms to Research Labs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402 (6), 1979-1986.
- De Jong, T. (2010). Cognitive Load Theory, Educational Research, and Instructional Design: some Food for Thought. *Instructional Science*, 38(2), 105-134.
- Derbentseva, N., & Kwantes, P. (2014). Cmap Readability: Propositional Parsimony, Map Layout and Semantic Clarity and Flow. In: Correia, P. R. M., Infante-Malachias, M. E., Cañas, A. J. & Novak, J. D. (Eds.) *Concept Mapping for Learning and Innovation*, Proc. of the Sixth Int. Conf. on Concept Mapping. Santos, Brazil.
- Fischer, F., & Mandl, H. (2001) Facilitating the Construction of Shared Knowledge with Graphical Representation Tools in face-to-face and Computer-mediated Scenarios. In: Dillenbourg, P., Eurelings, A., Hakkarainen, K. (eds.) *Proceedings of euro-CSCL 2001*, pp. 230–236. McLuhan Institute, Maastricht.
- Hoffman, R. R., Coffey, J. W., Ford, K. M., & Novak, J. D. (2006). A Method for Eliciting, Preserving, and Sharing the Knowledge of Forecasters. *Weather and Forecasting*, 21, 416-428.
- Hoffman, R. R., Shadbolt, N. R., Burton, A. M., & Gary, K. (1995). Eliciting Knowledge from Experts: a Methodological Analysis. *Organizational Behavior and Human Decision*, 62, 129-158.
- Hoffman, R. R., Ziebell, D., Fiore, S.M., & Becerra-Fernandez, I. (2008). Knowledge Management Revisited. *IEEE Intelligent Systems*, 23, 84-88.
- Kinchin, I. M., & Hay, D. B. (2000). How a Qualitative Approach to Concept Map Analysis can be used to Aid Learning by Illustrating Patterns of Conceptual Development. *Educational Research*, 42(1), 43-57.
- Koedinger, K. R., Corbett, A. T., & Perfetti, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction Framework: Bridging the Science-Practice Chasm to Enhance Robust Student Learning. *Cognitive Science*, 36(5) 757–798.

- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: an Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 213 – 218.
- Mayer, R. E. (2002) Rote versus Meaningful Learning. *Theory into Practice*, 41(4), 226 – 232.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. 2a Ed. New York: Cambridge University Press.
- Moon, B. M., Hoffman, R. R., Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2011). *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. Boca Raton: CRC Press.
- Newbern, D., & Dansereau, D. F. (1995) Knowledge Maps for Knowledge Management. In: Wiig, K.M. (ed.) *Knowledge management methods: Practical approaches to managing knowledge*. Knowledge Management Series, vol. 3. Schema Press, Arlington TX.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. 2a Ed. New York: Routledge.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2010). A Teoria Subjacente aos Mapas Conceituais e Como Eaborá-los e Usá-los. *Práxis Educativa*, 5(1), 9-29. Tradução de “The theory underlying concept maps and how to construct and use them”, disponível em: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps> (April, 2016).
- Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A Theoretical Note on Concepts and the Need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 741–766.
- Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). *Instructional Design*. 3a Ed. New York: Wiley-Jossey Bass Education.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.
- Tergan, S.-O. (2005). Digital Concept Maps for Managing Knowledge and Information. In: Tergan, S.-O. & Keller, T. *Knowledge and Information Visualization*, Ney York: Springer, pp. 185-204.
- Tergan, S.-O., Gräber, W., Reinmann-Rothmeier, G. (2003). A Framework for Research on Mapping Tools as means for Managing Individual Knowledge. In: paper presented at the EARLI 2003 Symposium Managing knowledge with computerized mapping tools, Padova, Italy.
- van Merriënboer, J. J. G., & Ayres, P. (2005). Research on Cognitive Load Theory and its Design Implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 5-13.
- van Mierlo, C. M., Jarodzka, H., Kirschner, F., & Kirschner, P. A. (2012) Cognitive Load Theory in e-learning. In: Yan Z. (Ed), *Encyclopedia of cyber behavior*. EUA: Information Science Reference, 1178-1211.