

# Concepção de Objetos Virtuais de Aprendizagem como uma Prática Multidisciplinar proveniente de Pressupostos da Computação

Cristiane Ellwanger, Cristina Paludo Santos

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)  
98.802-470 – Santo Ângelo – RS – Brasil

cristianeellwanger@gmail.com, paludo@san.uri.br

**Abstract.** *The conception of Virtual Learning Objects is similar the software development process, consequently knowledge derived from the field of computing can be used in its development. In this perspective, this article presents CAHES - a hybrid model structured by concepts arising out in the areas of Software Engineering, IHC and Decision-Making that establish as outline addressed to education professionals in the building of these objects.*

**Resumo.** *A concepção de Objetos Virtuais de Aprendizagem equipara-se ao processo de desenvolvimento de software, consequentemente conhecimentos advindos da área da computação podem ser empregados em seu desenvolvimento. Sob esta perspectiva, este artigo apresenta CAHES - um modelo híbrido estruturado por conceitos advindos das áreas de Engenharia de Software, IHC e Tomada de decisão e se estabelece como um arcabouço teórico-prático direcionado à auxiliar profissionais da educação na construção destes objetos.*

## 1. Introdução

A disseminação de tecnologias de comunicação e informação amplia as alternativas para a concepção de objetos virtuais de aprendizagem (OAs). No entanto, novas exigências surgem e contemplam a necessidade de se verificar não somente as tecnologias que dão suporte ao desenvolvimento de tais objetos, mas também o entendimento do contexto pedagógico em que os mesmos serão utilizados e em como associá-las a processos cognitivos dos alunos para apoiá-los em situações de aprendizagem.

Neste cenário, trabalhos da comunidade brasileira de Informática na Educação procuram contribuir na produção de OAs estabelecendo aspectos importantes como a sistematização de métodos e de técnicas de produção e de avaliação; preocupação com aspectos pedagógicos e técnicos; desenvolvimento de trabalho colaborativo, etc. Percebe-se, na revisão desses trabalhos, o desafio de lidar com a complexidade daquilo que se propõem a endereçar [Behar 2009].

Apesar das várias iniciativas ainda identifica-se uma série de dificuldades dos educadores no que se refere a quais direcionamentos seguir na concepção de OAs. Percebe-se também pouca autonomia de professores para a produção de conteúdo digital ou mesmo a produção com ênfase apenas em sua percepção de educador [Melo 2012]. Assim, a produção de OAs pode se tornar uma tarefa bastante complexa considerando que estes profissionais carecem de conhecimentos sobre modelos e métodos que podem ser aplicados para este fim.

Imerso neste contexto, este trabalho visa corroborar para a melhoria do processo de construção de objetos de aprendizagem, por meio de um modelo denominado CAHES. O modelo agrega em si perspectivas provenientes da Engenharia de Software (ES), da Interação Humano-Computador (IHC) e de Métodos e Ferramentas para a Tomada de Decisão (MFTD) se estabelecendo como um modelo híbrido dada a integração de áreas de conhecimento a ele vinculadas.

O modelo compreende diferentes fases que direcionam o processo de concepção e instigam os educadores a pensar em aspectos muitas vezes negligenciados na produção de OA. Uma descrição mais detalhada do modelo CAHES é apresentada nas seções subsequentes. A seção 2 apresenta os principais pressupostos teóricos que subsidiaram o desenvolvimento do modelo, bem como apresenta em linhas gerais alguns trabalhos relacionados. Na seção 3 são descritas as principais características do modelo CAHES. A seção 4 apresenta o estudo de caso realizado e, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais.

## **2. Pressupostos Teóricos e Trabalhos Relacionados**

A seguir são apresentados os principais conceitos e trabalhos que subsidiaram o desenvolvimento do modelo CAHES.

### **2.1. A Engenharia de Software no desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem**

A produção de um OA é bastante complexa e vários fatores devem interagir de modo a atingir os objetivos desses produtos, tornando-se mandatário o uso de metodologias para organizar o processo de desenvolvimento [Steinmetz 2016]. Neste sentido a área de Engenharia de Software tem muito a contribuir, visto que conta com diferentes metodologias para o desenvolvimento de um software, dentre as quais destacam-se as metodologias ágeis que priorizam o equilíbrio entre a flexibilidade e a estrutura, sendo capazes de lidar com requisitos emergentes.

Esse tipo de metodologia se torna adequada para softwares de pequeno a médio porte que necessitam de constante modificação. Uma engenharia excessivamente demorada tornaria o produto final obsoleto já que seus requisitos seriam modificados num curto intervalo de tempo. Da mesma forma, uma abordagem com foco maior na concretização do software e menor na documentação, se torna mais adequada para o trabalho com objetos de aprendizagem.

Para a construção de OAs existem trabalhos realizados na tentativa de absorver o melhor de cada método a fim de priorizar o quesito de reusabilidade do objeto. Dentre os quais destaca-se neste trabalho o modelo GAIA PDOA [Pacheco et al, 2008] que atende aos conceitos e características que fundamentam a construção de um OA, empregando as melhores práticas das metodologias RUP (*Rational Unified Process*) e Scrum e seguindo preceitos do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*).

O ciclo de vida de tal modelo, utilizado como base para a concepção do modelo CAHES, estrutura-se em 4 fases específicas: (a) Iniciação – compreende o levantamento de requisitos com base no conteúdo pedagógico; (b) Planejamento - consiste nos processos de análise dos *sprints* e de prototipação do design e fatores ergonômicos; (c) Desenvolvimento – onde são realizadas a codificação, preparação dos fatores técnicos

(banco de dados e linguagens de programação), acompanhado de testes unitários e integração dos módulos e testes do código fonte em pequenas partes e, (e) Transição - consiste na apresentação do produto final ao *product owner*, que deverá fazer um teste piloto a fim de avaliar o OA.

## 2.2. IHC e sua Influência na Concepção de Objetos de Aprendizagem

Além dos aspectos e métodos advindos da área de Engenharia de Software que corroboram para o desenvolvimento de OAs, há que se considerar também os aspectos de interface. Para que um OA cumpra seu objetivo principal que é facilitar a relação ensino-aprendizagem de um conteúdo pedagógico, além do design instrucional, ele deve ter uma interface que propicie a aprendizagem. Logo, torna-se necessária a aplicação de conceitos relacionados com interface humano-computador.

Enquanto a engenharia de software foca no funcionamento dos processos do sistema, a IHC se volta para o que ocorre fora e através dele, ou seja, de que maneira essa interação pode ser projetada a fim de otimizar a utilização desse software. O usuário não deve ser obrigado a ajustar-se ao sistema, mas sim o contrário [Baranauskas 2003].

A maneira como o indivíduo interage com o computador e como este se adequa à interface leva a considerar aspectos cognitivos no momento do desenvolvimento de um software. Ao confrontar os recursos disponíveis atualmente, tais como, softwares e objetos educacionais, hipertextos, sites, ambientes educacionais, entre outros, com os princípios das teorias cognitivas, percebe-se em muitos casos um descompasso entre o que é apresentado ao educando e o processo cognitivo humano. Este descompasso se deve em muito dos casos, ao fato dos recursos tecnológicos chamarem a atenção pelo volume de informações, animações, sons e imagens, que apesar de tornar a interface e a interação mais atraentes não se preocupam com a sobrecarga cognitiva, o que pode vir a comprometer o aprendizado.

A teoria da carga cognitiva aporta contribuições que permitem melhorar a qualidade do projeto instrucional, ou seja, criar materiais educativos digitais mais adequados ao processo cognitivo humano, utilizando recursos de forma equilibrada e de maneira que venha a auxiliar o processo de aprendizagem do aluno. Esta teoria também reforça que os novos conhecimentos sejam apresentados aos alunos em quantidade alinhada ao seu processo cognitivo de modo que o processo de aprendizagem possa ocorrer de maneira natural e sem sobrecarga.

Considerando os estudos já realizados sobre aspectos como atenção, percepção, memória, aprendizado, leitura e fala, resolução de problemas entre outros, oriundos da Teoria da Cognição e abordados na engenharia cognitiva dentro da área de IHC [Baranauskas 2003][Preece 2013], vislumbra-se a possibilidade de integração destes na construção do modelo CAHES.

## 2.3. A Tomada de Decisão e o Método *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

O processo de tomada de decisão pode ser definido como a forma que os indivíduos agem quando uma ação decisória é demandada, no qual se deve levar em consideração a análise e o julgamento das informações disponíveis, além de sua associação com o ambiente em que o indivíduo está inserido.

O processo de tomada de decisão não é simples, uma vez que a grande quantidade de informações exige um tratamento individual buscando transformá-las em conhecimento e, desta forma, utilizar esse conhecimento no processo pretendido. Neste cenário, a crescente compreensão das variações do comportamento humano e o avanço tecnológico que respalda e simula processos cognitivos melhoram, em muitas situações, a tomada de decisão.

Dentre os métodos que auxiliam a tomada de decisões em cenários complexos destaca-se o método AHP que transforma decisões complexas em decisões par a par, levando em conta aspectos qualitativos e quantitativos, ou seja, tanto aspectos matemáticos quanto psicológicos, de forma que decisões complexas que envolvam a preferência subjetiva do indivíduo possam ser bem estruturadas numa hierarquia de apoio à decisão [Saaty 2008].

Por meio desse método é possível analisar uma hierarquia de critérios transformando as comparações em valores numéricos que são processados e comparados. Da comparação se chega ao peso relativo e com este a probabilidade numérica, que demonstra a probabilidade de se atender à meta estabelecida. A partir da definição do objetivo geral se começa a construir a árvore hierárquica, colocando em cada nível de hierarquia os critérios a serem comparados entre si. Através da estrutura formada pela utilização do método, o decisor pode obter tanto uma visão específica de parte do problema como uma visão geral dependendo do modo como o problema é estruturado e como cada critério afeta a decisão.

No contexto educacional, pode-se entender a escolha pela metodologia de ensino e recursos pedagógico como um exemplo de decisões complexas a medida que a oferta de material cresce a todo momento. O peso de cada decisão e o foco no que se deseja atingir com cada escolha feita, é algo que requer um método de tomada de decisão capaz de gerar uma reflexão sobre os prováveis resultados.

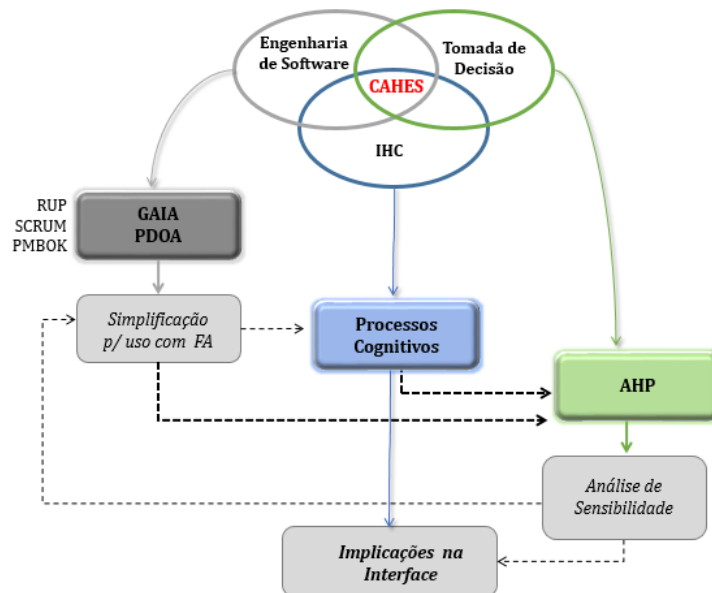
#### **2.4. Trabalhos Relacionados**

Vários trabalhos são apresentados na literatura se direcionando a concepção de objetos virtuais de aprendizagem. Battistela e Wangenheim (2011) trazem a análise de seis ferramentas de autoria passíveis de criar objetos de aprendizagem no padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) e as avalia de acordo com critérios de usabilidade e utilidade através de heurísticas. Como resultado, os autores apontam as ferramentas *eXe Learning* e a *CourseLab* com as melhores avaliações. Battistela (2009) amplia o escopo da pesquisa destacando a classificação de OAs. Apesar do modelo CAHES não recomendar uma ferramenta de autoria específica, tais trabalhos foram usados como base para constituir o estudo de caso em que o modelo foi aplicado.

Já, o trabalho de Pacheco (2008) traz a visão da engenharia de software voltada para a concepção dos objetos, analisando diversos modelos e buscando os pontos fortes de cada um, comparando-os e gerando o modelo GAIA PDOA (GAIA Processo para Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem), utilizado como base na concepção do CAHES. Porém, seu ciclo de vida contempla partes de desenvolvimento que não seriam necessariamente utilizadas com o uso de uma ferramenta de autoria, por isso o CAHES propõe uma simplificação dessas fases.

### 3. O Modelo CAHES

A proposta desse trabalho se baseia na união das áreas de conhecimento computacionais anteriormente citadas, a fim de agregar qualidade ao resultado final da construção de Objetos de Aprendizagem. A Figura 1 apresenta o relacionamento entre as áreas de conhecimento consideradas na concepção do modelo CAHES, onde as setas contínuas representam a que área corresponde cada assunto tratado e as setas não-contínuas salientam as relações existentes entre elas.



**Figura 1. Relacionamento entre as áreas de conhecimento modelo CAHES.**

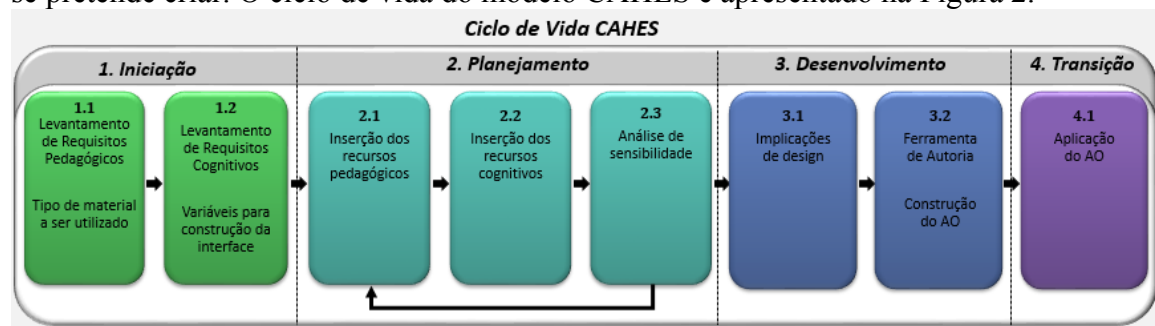
Da área de Engenharia de Software fez-se uso da estrutura básica do modelo GAIA PDOA para guiar o desenvolvimento do modelo CAHES. Tal estrutura foi simplificada para concepção do CAHES visando abstrair o teor técnico representado no ciclo de vida do modelo GAIA PDOA. A simplificação do modelo envolve as seguintes decisões de projeto:

- (a) Na fase de Iniciação do modelo CAHES, não apenas os recursos pedagógicos são parte dos requisitos, mas os processos cognitivos a se considerar no OA também devem ser definidos, substituindo o papel do profissional de *design* de interface existente no GAIA;
- (b) Na fase de Planejamento, o plano geral de projeto e dos *sprints* são substituídos pelas avaliações dos requisitos com a utilização do método AHP, a fim de gerar uma reflexão sobre a influência de cada requisito no OA final;
- (c) Na fase de desenvolvimento as etapas de codificação e reuniões são suprimidas pois ao se utilizar uma ferramenta de autoria que não exija a necessidade do conhecimento prévio em linguagem de programação, o próprio usuário do modelo realiza o papel de especialista de domínio, desenvolvedor, avaliador e idealizador do OA. Assim, a etapa de desenvolvimento, no modelo CAHES, consiste na tarefa de analisar as implicações de interface pertinentes e construir o OA na ferramenta de autoria desejada e,

(d) A fase de transição muda o foco de apresentar o resultado ao *product owner*, visto que no CAHES o objeto foi construído pelo próprio. Assim, apresenta-se o objeto ao usuário final, ou seja, o educando.

No que diz respeito à área de IHC explorou-se as contribuições advindas dos estudos sobre processos cognitivos e suas influências na concepção de interfaces a fim de agregar ao método características importantes que devem ser considerados pelo educador na concepção de OAs. Quanto à tomada de decisão, utilizou-se o método AHP a fim de permitir que tanto decisões com poucas variáveis quanto decisões complexas, envolvendo a parte de planejamento, sejam contempladas pelo modelo. Desta forma, o usuário do modelo poderá também criar objetos mais complexos, que envolvam diversos requisitos pedagógicos e/ou processos cognitivos.

Assim como o modelo GAIA, o CAHES possui quatro fases distintas em seu ciclo de vida: Iniciação, Planejamento, Desenvolvimento e Transição. A ênfase neste modelo está na fase do planejamento, foco da reflexão sobre o objeto de aprendizagem final que se pretende criar. O ciclo de vida do modelo CAHES é apresentado na Figura 2.



**Figura 2. Ciclo de vida do Modelo CAHES**

Na fase de *Iniciação* os recursos pedagógicos e requisitos cognitivos a serem considerados na concepção do AO devem ser definidos, servindo como subsídios para o processo de tomada de decisão. Como recursos pedagógicos, definidos na subfase 1.1, entende-se todo e qualquer tipo de material que o docente deseja utilizar dentro do seu OA. Exemplos incluem textos, vídeos, áudios, animações diversas, questões de múltipla escolha, etc. Já, a subfase 1.2 compreende a definição de quais e quantos requisitos cognitivos são relevantes na concepção do OA em questão com vistas a alcançar os objetivos almejados.

A quantidade de processos cognitivos a serem utilizados pode variar. Uma atenção especial nestas definições deve ser dada e direcionada, sobretudo, ao ambiente visual que será propiciado ao usuário final, já que as implicações dessas variáveis cognitivas afetam o design do objeto de aprendizagem e não o conteúdo pedagógico. A Tabela 1 apresenta uma síntese dos processos cognitivos considerados pelo CAHES e as implicações de cada processo na interface conforme Preece (2013).

A fase de *Planejamento* compreende o uso do AHP e a inserção dos recursos elicitados na fase de Iniciação. Nesta fase a inserção dos recursos pedagógicos é o início do processo de tomada de decisão com o método AHP (subfase 2.1). Nessa etapa, os recursos pedagógicos são avaliados no AHP e atribuído o seu respectivo valor nas comparações par a par. Esse valor pode ser atribuído considerando a importância do recurso mediante o objeto de aprendizagem como um todo ou a predominância do



recurso nesse objeto. O uso do método AHP neste contexto é pertinente, pois com a comparação em pares o usuário é instigado a avaliar a preferência que se tem por cada recurso pedagógico e processo cognitivo.

**Tabela 1. Processos cognitivos e implicações na interface**

PROCESSO COGNITIVO	IMPLICAÇÕES NA INTERFACE
<b>ATENÇÃO</b> - Consiste no processo de selecionar coisas em que se concentrar, em certo momento, dentre uma variedade de possibilidades disponíveis	Saliente informação necessária; técnicas como gráficos animados, cores, sublinhado, ordenação de itens, sequenciamento de informações, espaçamentos; limite a quantidade de informações na interface; opte pela simplicidade para a busca de informações;
<b>PERCEPÇÃO</b> - Refere-se a como a informação é assimilada pelos diferentes órgãos sensitivos e transformada em experiência.	Facilitar a identificação de significados em ícones e imagens; utilizar bordas e espaçamento para facilitar percepção e localização; Uso de sons audíveis e distinguíveis; Texto legível e distinguível do fundo;
<b>MEMÓRIA</b> – Envolve recordar vários tipos de conhecimento que nos permitem agir adequadamente	Os procedimentos devem ser simples para evitar sobrecarga de memória; Interfaces que promovam o reconhecimento ao invés da recordação; Utilização de categorias, cores, sinalizações, etc.;
<b>APRENDIZAGEM</b> – Como usar uma aplicação baseada em computador para entender um determinado tópico.	Incentive a exploração; restrinja e guie os usuários na seleção de ações; Ligação dinâmica entre representações concretas e conceitos abstratos;
<b>LER, FALAR e OUVIR</b> – Formas de processamento de linguagem	Opções de menu e instruções faladas devem ser mínimas; acentuar entonação das vozes geradas artificialmente; opção de ampliar o texto;
<b>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, PLANEJAMENTO, RACIOCÍNIO E TOMADA DE DECISÃO</b> – Pensar sobre o que fazer, quais são as opções e quais as consequências de se realizar uma determinada ação.	Informações adicionais que fiquem escondidas, mas sejam fáceis de acessar; utilização de funções fáceis e simples de lembrar;

O mesmo processo deve ser realizado considerando as variáveis cognitivas e sua inserção no método AHP (subfase 2.2). Para cada processo cognitivo deve ser atribuído um peso, conforme a Escala de Saaty (2008), de acordo com o recurso pedagógico a qual ele está associado. A realização das ponderações de pesos e demais cálculos oriundos do método AHP para a tomada de decisão podem ser realizados com ou sem o auxílio de uma ferramenta.

Na subfase 2.3 da fase de Planejamento são verificados se os resultados obtidos são compatíveis com o esperado pelo educador ou se precisa de uma reavaliação. Essa etapa é fundamental para analisar o real impacto dos valores dados a cada recurso, pedagógico e cognitivo e como isso afetará a interface do objeto. Quando o resultado não é compatível com o esperado ou há muita discrepância de valores, o usuário deve repensar sua avaliação em relação a cada etapa do método, retornando ao início da fase de Planejamento. Com isso, as reflexões sobre os resultados ocorrem antes da fase de Desenvolvimento, evitando esforço desnecessário na implementação do AO e oportunizando a realização de ajustes, caso necessário.

A Figura 3 apresenta exemplos de gráficos gerados na fase de Planejamento. A interpretação dos gráficos pode variar, até mesmo porque as implicações de design

podem, muitas vezes, se complementar. Porém, ao se agregar um valor aos recursos pedagógicos e às variáveis cognitivas, define-se uma hierarquia mantendo no resultado final a importância de cada item analisado.

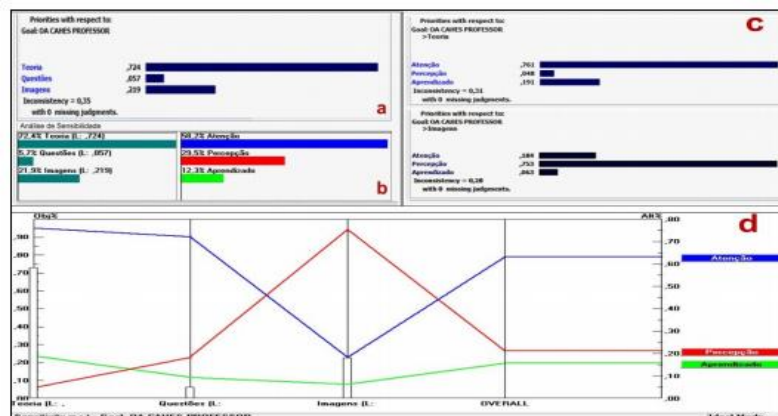


Figura 3. Gráficos gerados na fase de Planejamento

A terceira etapa compreende a fase de *Desenvolvimento* e envolve a construção do OA em si. Para o desenvolvimento consideram-se os resultados obtidos nas fases de Iniciação e, sobretudo, de Planejamento. É importante destacar que a aplicação do modelo CAHES não está limitada ao uso de uma ferramenta específica, ficando a critério do usuário a escolha da ferramenta. Por último, tem-se a fase de aplicação do modelo, denominada *Transição*, na qual se aplica o objeto de aprendizagem finalizado aos seus usuários alvo.

O que deve prevalecer no resultado do modelo são as características da variável cognitiva de maior destaque dentro da análise. O restante da execução do modelo é a criação do objeto em si, com a ferramenta de autoria escolhida pelo usuário e a aplicação do objeto em um contexto real de ensino.

#### 4. Estudo de Caso

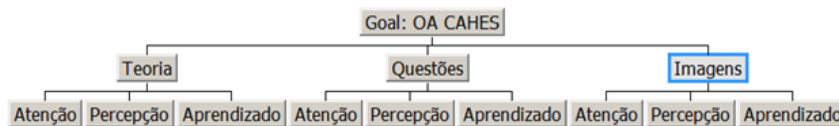
O cenário de aplicação do modelo contou com a colaboração de 10 educadores de diferentes disciplinas. No primeiro momento os professores foram incitados a criar OAs com base nos seus próprios conhecimentos. Já, no segundo, uma explanação sobre o modelo CAHES foi realizada e os educadores foram motivados a repensar o OA concebido considerando os pressupostos do modelo. Para demonstrar a aplicação do modelo são apresentados os OAs concebidos por um dos educadores que atua há mais de 20 anos no ensino das disciplinas de Ciências e Biologia.

Na fase de Iniciação o assunto-chave definido pelo docente foi “divisão celular” sendo definida a utilização dos recursos (1) Teoria, consistindo em explicação textual pura sobre o assunto; (2) Questões de múltipla escolha; (3) Imagens ilustrativas relacionadas ao tema. Quanto aos processos cognitivos o educador escolheu as variáveis (1) Atenção, (2) Percepção e (3) Aprendizado.

Na fase de Planejamento ocorre a classificação dos recursos em que se define a quantidade de cada recurso que se pretende colocar no OA, bem como a importância de cada um deles. Tal classificação é feita a partir da atribuição de pesos que serão utilizados

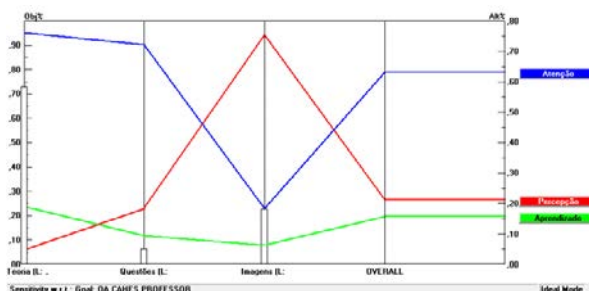


para os cálculos e comparações realizados pelo método AHP. Esta fase foi executada diretamente na ferramenta *Expert Choice 11*. A árvore hierárquica resultante da definição de recursos e processos cognitivos é apresentada da Figura 4.



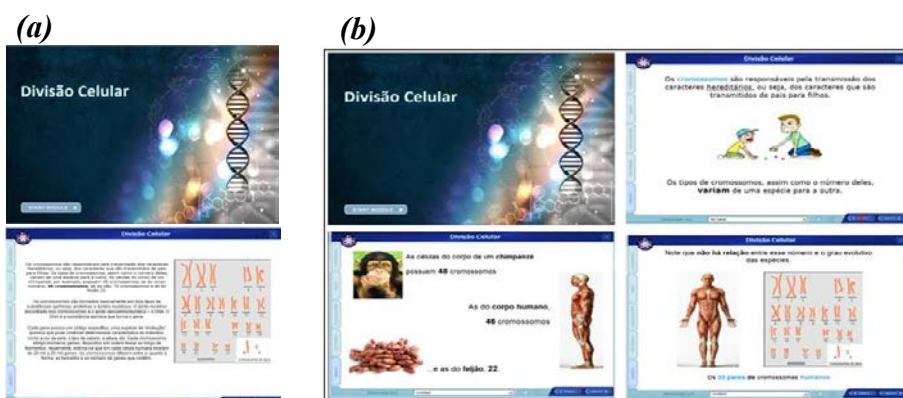
**Figura 4. Árvore hierárquica do processo de tomada de decisão.**

Com base nos pesos atribuídos é realizada uma comparação par a par resultando em dados que permitem avaliar o quanto um recurso deve ser aplicado na criação do OA. As variáveis cognitivas são comparadas em relação a cada recurso pedagógico sendo os resultados da comparação apresentado em forma de gráfico (Figura 5).



**Figura 5. Gráfico de Performance**

Para a fase de desenvolvimento, utilizou-se a ferramenta de autoria *CourseLab 2.4*. A Figura 6 apresenta os OAs criados pelo educador. Na OA apresentado na Figura 6(a), sem a aplicação do CAHES, não houve preocupação com a quantidade de informação na interface, baseando-se em excesso de informação em forma de texto sem destaque das palavras principais e apenas uma imagem para relacionar o conhecimento abstrato à representação concreta do mesmo. Já, o OA da Figura 6(b), concebido a partir da aplicação do modelo CAHES, emprega as recomendações apresentadas na Tabela 1, com palavras-chaves em destaque, informações divididas em diversas telas a fim de não sobrecarregar a interface, imagens que se relacionam ao conteúdo teórico, espaçamentos maiores, etc.



**Figura 6. Objetos de Aprendizagem criados pelo educador**

## 5. Considerações Finais e direcionamentos futuros

Um modelo de ciclo de vida com fases definidas pode ser adotado por profissionais de outras áreas para a concepção de objetos de aprendizagem, dada a sua facilidade de aplicação e entendimento. Associado a isso, a integração de qualidade aos objetos desenvolvidos, a partir da adoção de uma metodologia ágil como a *Scrum*, possibilita que conceitos provenientes da computação a engenharia de software, interação humano-computador e tomada de decisão possam ser integrados aos objetos desenvolvidos.

A utilização em conjunto desses conhecimentos mostrou-se não apenas um desafio, mas um interessante experimento de interdisciplinaridade, não somente por buscar atribuir uma melhor qualidade aos objetos de aprendizagem desenvolvidos, mas também no sentido de subsidiar profissionais da educação com conhecimentos e técnicas que, na maioria das vezes, não fazem parte do seu cotidiano.

Os trabalhos futuros remetem a se contemplar aspectos de acessibilidade ao modelo CAHES e na verificação do impacto dos processos cognitivos nas interfaces projetadas e sua viabilidade de aplicação no ensino fundamental, médio e superior.

### Referências Bibliográficas

- Baranauskas, M. C. C.; Rocha, H. V. Design e avaliação de interfaces humano-computador. Campinas: NIED/UNICAMP, 2003.
- Barbosa, Simone Diniz Junqueira; Silva, Bruno Santana da. Interação Humano-Computador. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- Battistella, Paulo Eduardo; Wangenheim, Aldo Von. Avaliação de ferramentas de autoria gratuitas para produção de objetos de aprendizagem no padrão SCORM. Revista Brasileira de Informática na Educação, 2011.
- Battistella, Paulo Eduardo; Wangenheim, Aldo Von. Classificação de Objetos de Aprendizagem e análise de Ferramentas de Autoria. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis –SC, 2009.
- Behar, P. A.; Waquil, M. P. "Princípios da pesquisa científica para investigar ambientes virtuais de aprendizagem sob o ponto de vista do pensamento complexo." *Modelos pedagógicos de educação a distância*(2009): 146-178
- Melo, Amanda Meincke, J. F. Saldanha, and Maria Cristina Graeff Wernz. "Desafios à pesquisa em Computação em contexto educacional–qualidade no uso de objetos de aprendizagem em perspectiva." *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*. 2012.
- Pacheco, Edson et al., GAIA PDOA – Processo Para Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem. (2012).
- Preece, J; Rogers, Y., Sharp, H. Design de Interação: Além da interação humano-computador. Porto Alegre: Bookman. (2013).
- Saaty, T. L. (2008). *Relative Measurement and its Generalization in Decision Making*. Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics. Disponível em: <<http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.pdf>>. Acesso em Outubro/2015.
- Steinmetz, Ernesto Henrique Radis. "A contribuição da arquitetura da informação na construção e utilização de ambientes informacionais colaborativos de ensino/aprendizagem." (2016).