

Engenharia de Currículos?

Aplicando conceitos de Engenharia de Software ao processo de construção curricular

Ana Paula Lüdtke Ferreira
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
UNISINOS
anapaula@exatas.unisinos.br

Romero Tori
Escola Politécnica
USP
rometori@usp.br

Resumo

A Engenharia de Software fornece os fundamentos para a construção de sistemas adaptáveis, flexíveis e modificáveis, e que atendam de forma eficiente e eficaz a aplicação a que se destinam. Estas características são precisamente aquelas que buscamos em currículos de graduação na área de Computação e Informática. Por outro lado, a inexistência de uma metodologia de construção de currículos para a área faz com que o processo seja longo, custoso e sem garantias de (bons) resultados.

Este artigo apresenta uma reflexão sobre a construção de currículos de graduação para a área de Computação e Informática e sobre os paralelos que podem ser traçados entre este processo e o de construção de produtos de software. Pretende-se ainda iniciar uma discussão sobre a viabilidade da criação de um conjunto de metodologias para o desenvolvimento de projetos de cursos de Computação e Informática a partir de analogias com as técnicas e metodologias da Engenharia de Software.

Palavras-chaves: *Projeto Pedagógico, Construção Curricular, Educação em Computação*

1 INTRODUÇÃO

À medida que a tecnologia da informação disponibiliza à indústria os meios para identificação de novos produtos e novas oportunidades de serviços, a demanda crescente por estes mesmos produtos e serviços coloca novos desafios à tecnologia da informação. Este ciclo criou necessidades sem precedência no que tange ao desenvolvimento de currículos de graduação capazes de formar profissionais versáteis, competentes, flexíveis e altamente adaptáveis às rápidas modificações em tecnologias e paradigmas de conhecimento existentes nas diversas áreas de conhecimento no âmbito da Computação e Informática. Este tipo de exigência apresenta grandes desafios para as Universidades, visto que a dinâmica da área é incompatível com currículos mínimos ou outras formas de engessamento de currículos de cursos de graduação. Por outro lado, estes mesmos requisitos, podem levar a uma falta de parâmetros claros no momento em que uma instituição deseja implantar ou reformular um curso de graduação na área.

As Diretrizes Curriculares para as áreas de Computação e Informática [1], os formulários de avaliação do CEEInf/MEC [2] e os Currículos de Referência da SBC [3] formam o corpo atual de referência para a construção de projetos de cursos de graduação na área de Computação e Informática. No entanto, este referencial não apresenta indicações suficientes para a caracterização de um bom currículo no que diz respeito às suas características dinâmicas. E no que diz respeito às suas características estáticas, apesar de apresentadas com detalhe (conteúdos, infraestrutura, corpo docente), não existe nenhuma indicação de *como* um currículo pode ser construído a partir daquelas características nem como fazer o relacionamento do conteúdo com o perfil desejado do curso. Em geral, o que se verifica neste corpo de referência é a noção de que a qualidade de um curso de graduação está alicerçada na sua estrutura estática, enquanto que os aspectos relevantes da dinâmica do curso, que formam o cerne do projeto pedagógico são relegados a um segundo plano [4].

Munidos das referências existentes, no início do processo de construção/reformulação curricular, os responsáveis pelo processo têm algumas abordagens que podem ser seguidas, com maior ou menor sucesso, dependendo do conhecimento e experiência do grupo:

1. Alterar o currículo existente
2. Copiar um currículo bem-sucedido

3. Começar do zero

A alteração do currículo já existente é geralmente a abordagem mais seguida em processos de reformulação curricular. Nesta abordagem, são identificadas as falhas e os anacronismos do currículo existente, algumas disciplinas são retiradas, outras são colocadas e algumas outras são ainda reformuladas, tendo seu conteúdo alterado. Estas alterações são, em geral, iniciadas por alguma força externa, seja a exigência dos alunos, insatisfeitos com um currículo que consideram inadequado, novos professores incorporados ao quadro docente ou professores que retornam de cursos de doutorado que identificam problemas, incompatibilidades, redundâncias ou anacronismos no currículo existente ou, com bastante frequência atualmente, processos de avaliação do MEC, cuja comissão elabora uma lista de problemas que devem ser solucionados.

Não há nada errado com o ajuste de um currículo em andamento. Tais ajustes são necessários ao longo da existência de um currículo de graduação e, burocraticamente, tais modificações são consideravelmente mais simples de acomodar. No entanto, muitas vezes ajustes locais em algum ponto do currículo podem ter efeitos colaterais indesejáveis e que não são inicialmente previstos, levando a outras reformulações locais que podem gerar outros efeitos colaterais e assim sucessivamente. Em algum ponto, eventualmente, perde-se o controle sobre o resultado final do currículo, ou seja, sobre que profissional está de fato sendo formado, se o perfil efetivamente desenvolvido está de acordo com o perfil traçado, se o currículo reformulado de fato atende tudo o que dele se previa inicialmente. Tal processo pode ser comparado ao de geração de novas versões de software, com os conhecidos problemas de retro-compatibilidade, perpetuação de anacronismos, incorporação de falhas, aumento de tamanho etc.

A cópia de um currículo bem-sucedido é uma alternativa que, à primeira vista, parece ser a mais adequada. No entanto, currículos bem-sucedidos em algum lugar podem não ser bem-sucedidos em outros. Naturalmente, que se um projeto pedagógico se resumisse aos conteúdos de disciplinas, os problemas estariam bastante minimizados e a adaptação de um currículo de uma instituição para outra seria um processo relativamente simples. No entanto, mesmo que duas instituições diferentes apresentassem um currículo com a mesma estrutura estática (grade curricular, conteúdos de disciplinas, bibliografia, infraestrutura de biblioteca e laboratórios, titulação do corpo docente) a dinâmica do processo curricular (o chamado *currículo em ação*) teria que ser necessariamente diferente.

A dinâmica do processo curricular dá-se pela prática docente dentro e fora da sala de aula, pelo tipo de atividade extra-curricular proporcionada ao corpo discente e, fundamentalmente, pelas características do corpo estudantil do curso. Estas características, que muitas vezes não são levadas em consideração no processo de construção curricular são capazes, por si só, de inviabilizar a implantação de um currículo cuja estrutura estática seja considerada de altíssima qualidade. Da mesma forma, mesmo que a estrutura estática de determinado currículo não seja excepcional, a dinâmica do processo pode melhorar significativamente resultados que, a princípio, não se poderia esperar que fossem muito bons.

A terceira alternativa, aparentemente a mais adequada, é também a mais difícil de ser empreendida. A quantidade de variáveis que devem ser levadas em consideração (conteúdos ministrados, Diretrizes Curriculares, avaliação do MEC, infraestrutura disponível, infraestrutura necessária, corpo docente, diretrizes da Instituição, previsão do tipo de aluno que será recebido, contexto de inserção do curso, etc.) torna o trabalho, na melhor das hipóteses, longo, difícil e sem garantias de resultados. A maior razão para tanto, acreditamos, é a falta de uma metodologia de desenvolvimento curricular para a área.

A falta de metodologias claras cria algumas situações problema, especialmente se os envolvidos no processo não têm a formação e experiência necessárias em construção curricular. Esta falta de formação pedagógica aparece com bastante frequência em cursos relacionados à ciência e tecnologia, com exceção das licenciaturas, onde o corpo docente, em geral, não teve qualquer formação na área. Dessa forma, a construção dos currículos é muitas vezes realizada de forma totalmente empírica a partir da capacitação técnica dos docentes envolvidos, que definem

programas de disciplinas baseados nos seus conhecimentos técnicos e experiências profissionais, muitas vezes com muito pouca interação com os colegas. Desta forma, a construção curricular dá-se no sentido inverso do que deveria efetivamente ocorrer: a partir do corpo docente são definidas as súmulas das disciplinas, que são agrupadas em uma grade curricular de acordo com critérios muitas vezes subjetivos e, só então, a partir do elemento gerado, é definido o perfil resultante para o egresso do curso. Fazendo uma analogia com o processo de desenvolvimento de software, primeiro implementa-se o programa, para daí ver o que ele de fato computa. É como se estivéssemos criando cursos para ensinar as mais modernas técnicas de computação usando para a sua criação métodos tão arcaicos quanto os utilizados para o desenvolvimento de programas nos primórdios da Informática.

No final da década de 70, a inabilidade das equipes de desenvolvimento de software lidarem com a complexidade das tarefas nos prazos estipulados gerou uma enorme massa de projetos que nunca chegaram a ser terminados, gerando o que ficou conhecido na literatura como a *crise do software*. A crise do software foi vencida através do desenvolvimento de diferentes técnicas de análise e projeto estruturados de sistemas, e da criação de metodologias de desenvolvimento que, se corretamente seguidas, possibilitavam um controle maior sobre o processo de desenvolvimento como um todo, permitindo que um projeto fosse completado dentro das restrições de recursos (prazo e orçamento) existentes [5]. Da mesma forma, acreditamos que o processo de desenvolvimento de currículos de graduação para a área de Computação e Informática carece de uma metodologia, ou de um conjunto de metodologias, que tornem o processo de desenvolvimento e implantação curricular mais seguro e menos sujeito a erros e falhas.

Este artigo apresenta uma reflexão sobre a construção de currículos de graduação para a área de Computação e Informática e sobre os paralelos que podem ser traçados entre este processo e o processo de construção de produtos de software. Assim como o desenvolvimento da Engenharia de Software permitiu que o processo de construção de sistemas de software fosse levado a termo com sucesso, acreditamos que o desenvolvimento de uma “Engenharia de Currículos” possa facilitar o desenvolvimento de currículos com garantias de qualidade no final do processo. Este artigo pretende ainda iniciar uma discussão sobre a criação de um conjunto de metodologias para o desenvolvimento de projetos de cursos de Computação e Informática a partir de analogias com as técnicas e metodologias da Engenharia de Software.

2 CONSTRUÇÃO CURRICULAR E ENGENHARIA DE SOFTWARE

Na década de 70 do século XX Niklaus Wirth publicou um clássico [1] da Ciência da Computação cujo título (*Algorithms + Data Structure = Programs*) sintetizava didaticamente a importância das estruturas de dados na elaboração de programas: até então o algoritmo era a única preocupação dos programadores. Três décadas depois, a Engenharia de Software desenvolveu-se e tornou-se uma disciplina evoluída, largamente utilizada em todos os contextos que envolvam desenvolvimento profissional de software. Conceitos de desenvolvimento de alto nível como *frameworks*, componentes e prototipação fazem parte do vocabulário corrente na área. Nós, professores de computação, conhecemos, aplicamos e ensinamos estes conceitos em sala de aula. Mas no momento de construirmos projetos de curso esquecemos questões fundamentais, tais como *Análise de Requisitos*, *Casos de Uso*, *Modelo Estático*, *Modelo Dinâmico*, *Interface com o Usuário*, *Ciclo de Vida* e outros importantes conceitos que poderiam ser adaptados ao problema de se projetar cursos de informática.

2.1 Quem é o Cliente ?

Quando iniciamos a análise de um projeto a primeira pergunta que se deve responder é quem será o cliente (ou usuário) do serviço (ou produto) a ser desenvolvido. No caso de um curso universitário é comum, principalmente em instituições particulares com fins lucrativos, ouvirmos discursos em defesa do “nosso cliente”, o aluno. Em outras instituições, principalmente públicas, a sociedade é quem ganha o *status* de cliente. Já em algumas outras instituições, a palavra cliente é simplesmente banida. Mas na prática o que mais se observa, mesmo que ninguém admita e que haja honrosas exceções, é que os principais clientes a atender quando da elaboração de um projeto

pedagógico costumam ser, pela ordem:

- ▶ *Instituições públicas*: o Departamento, o corpo docente, a Faculdade, o aluno (eventualmente) e o MEC
- ▶ *Instituições privadas*: a Mantenedora, a Direção, o MEC, o aluno, o corpo docente (eventualmente).

Verifica-se que a maneira como se dão os processos de construção e reformulação curricular dependem diretamente da ordem (freqüentemente implícita) sobre quem deve ser beneficiado. Quem já participou de processos de reformulação curricular pode ter presenciado situações do tipo:

- “minha disciplina” não pode ser alterada/retirada do currículo (independente de qualquer outro argumento);
- temos que colocar essa disciplina no currículo (porque eu pesquisei este assunto);
- vamos fazer assim porque é como o MEC quer;
- não vamos colocar esta disciplina senão o outro departamento pega;
- não vamos tirar esta disciplina senão o nosso departamento perde espaço;
- os mantenedores pediram para reduzir a carga didática e o uso de laboratórios;
- os alunos pediram para tirar tal disciplina (por que consideram difícil);
- os alunos pediram para colocar tal disciplina (por que o assunto está na moda);
- vamos fazer assim por que nosso concorrente anunciou que faz.

A análise das situações acima mostra que aspectos pessoais, corporativos ou mercadológicos acabam sobrepujando os aspectos técnicos de uma construção/reformulação curricular. Sendo assim, verifica-se que o perfil traçado para o egresso não passa de mais uma seção obrigatória do projeto de curso, ao invés de um compromisso de todos os envolvidos no processo.

Na realidade não há apenas uma classe única de “clientes” de um curso superior. O que se deve é identificar todos os envolvidos no processo, e quais os requisitos de qualidade a serem atendidos sob suas diferentes perspectivas. Alguns exemplos de clientes (não exaustivos, nem generalizados) de um curso superior são listados abaixo:

Aluno: receber com qualidade tudo que, e na forma como, está previsto no projeto do curso;

Sociedade: receber um profissional preparado a desempenhar com competência e ética atividades demandadas pelo mercado e que contribuam para a evolução e bem estar da humanidade;

Professor: receber condições para desenvolver seu trabalho com qualidade de forma a se atender tudo que, e na forma como, está previsto no projeto do curso.

Muitas vezes a palavra “cliente” é banida do vocabulário em muitas instituições pelo seu apelo comercial, no sentido que, como o aluno está pagando, então ele teria “direitos”, como ser aprovado mesmo que não atinja o padrão mínimo de desempenho estabelecido para uma disciplina, escolher o conteúdo a ser lecionado nas disciplinas, escolher o tipo de avaliação da disciplina, reclamar dos professores quando muitos alunos da turma não foram bem numa prova (“se muitos foram mal, então a culpa é do professor...”) e até mesmo retirar um professor de uma disciplina caso esta tenha um alto índice de reprovação. Obviamente que, se a palavra “cliente” tem este significado, então deve mesmo ser banida.

A questão é que a palavra “cliente” não tem este significado. Este termo designa simplesmente o receptor de um produto ou serviço, fornecido por outrem. O que falta então ser definido é que produto ou serviço o aluno deve estar recebendo. Para nós é claro que o aluno deva receber justamente aquilo que permita a ele entregar à sociedade o que ela espera: uma formação técnica e humanística de qualidade. Obviamente que esta visão está em claro conflito com a apresentada no parágrafo anterior, que deve ser sumariamente eliminada. Ou seja, o aluno não deve ser cliente de um diploma, mas de uma sólida formação, onde o diploma é apenas uma consequência dessa formação.

2.2 Qual é o Produto?

A evolução vertiginosa da Informática nos últimos anos tornou a definição do que deve ser efetivamente um profissional da área bastante polêmica. As discussões sobre a regulamentação da

profissão, assunto em discussão acalorada no âmbito da comunidade, esbarram justamente na definição do que é e o que faz um profissional da área. Mais ainda: como definir as competências e atribuições de um profissional de maneira que continuem válidas nas próximas décadas? Uma análise de como as atribuições e competências profissionais mudaram nos últimos vinte anos mostra que o maior desafio que se apresenta aos currículos de graduação é justamente estabelecer um perfil profissional durável, pois somente a partir da definição deste perfil é que o curso pode ser construído.

Um currículo consistente e de qualidade, capaz de permanecer atual por muito tempo somente pode ser elaborado a partir de um profundo entendimento da atuação profissional presente e futura do profissional a formar e não de um foco estreito em alguma noção técnica de qualidade. Assim, um currículo de qualidade deve refletir o entendimento das qualidades mais persistentes de um profissional da área, levando em consideração os objetivos da formação profissional, bem como as melhores práticas de tal profissional no mercado de trabalho. A qualidade na construção de um currículo pode então ser medida em parte pela sua capacidade de garantir os conhecimentos e habilidades que devem ser perenes no egresso como também incorporar as melhores práticas atuais existentes no mercado de trabalho.

Para chegarmos a termo com estes objetivos, visto as modificações que ocorreram e que continuam ocorrendo na área, o currículo de um curso de graduação deve ser planejado para poder ser modificado com facilidade no decorrer do tempo e ser extensível em seus pontos para facilitar, a partir de especificações abstratas, que implementações concretas sejam implementadas. A seguir, são apresentadas algumas características que um currículo de graduação deve possuir, e que podemos notar, têm uma relação estreita com os requisitos da maioria dos sistemas de software.

Evolução

Os produtos de software, ao contrário de outros produtos mais tangíveis, em geral não são construídos para durarem por um longo período de tempo. A necessidade de mudança está embutida no próprio processo de desenvolvimento, de maneira a tornar mais fácil sua posterior modificação. Da mesma forma, currículos de cursos na área precisam transformar-se para se adequar aos requisitos que se modificam ao longo do tempo. Da mesma forma que em um sistema de software, uma modificação local não deve implicar em uma reengenharia completa do sistema, mas ao mesmo tempo deve-se tomar o cuidado de que modificações locais não tenham efeitos colaterais que alterem a semântica do sistema de uma maneira não esperada. O conceito de evolução diz respeito à criação de sistemas altamente componentizados, sendo por esta razão, sistemas fáceis de manter. Em um sistema bem projetado, todas as mudanças são localizadas e mudanças podem ser realizadas com pequenos ou mesmo nenhum efeito nos demais componentes. Sendo assim, um bom projeto de curso deve incorporar características que permitam a modificação do mesmo para acomodar novos requisitos sem que isso provoque efeitos colaterais indesejáveis..

Reutilização

A idéia básica por trás do conceito de reutilização é o aproveitamento de porções de especificação, documentação e/ou programas, que já provaram estar corretos e de acordo com o desejado, para desenvolver o novo sistema. Em particular, dentro do campo da orientação a objetos, esta abordagem é frequentemente citada como o mais importante benefício da utilização do mecanismo de herança. A reutilização pode ser aplicada numa escala bem maior, através da especialização de redes integradas de classes, chamadas *frameworks* [7]. Atualmente, um grande tópico de pesquisa assim como de desenvolvimento é a definição de frameworks para certos domínios de aplicação. Muitas experiências e soluções encontradas em diferentes cursos de graduação podem ser aproveitadas em outros, ou mesmo para evoluções futuras do próprio curso. Processos e métodos podem ser reutilizados em diferentes disciplinas e conteúdos. Conteúdos podem ser reutilizados para compor disciplinas, linhas de trabalho e assim sucessivamente.

Componentização

Um componente pode ser definido como uma parte física e substituível de um sistema que a ele se conecta e que provê a ele um conjunto de interfaces [1]. Um sistema deve fornecer

especificações para seus pontos de interface, sendo que estas especificações vão determinar as características que determinado componente precisa possuir para ligar-se naquele ponto da estrutura. Princípios de coesão e acoplamento definem a granularidade do sistema final. Sistemas baseados em componentes são construídos a partir do conhecimento e experiência de seus construtores, assim como nos cursos de graduação, que, se especificados sob um ponto de vista de componentes, terão facilitadas tanto suas construções quanto suas modificações à medida que novas necessidades vão surgindo.

Documentação

A documentação é uma peça-chave para o sucesso de qualquer sistema. Uma documentação bem realizada é a garantia de que o sistema será utilizado de forma a atender as especificações estabelecidas para o mesmo e que poderá adaptar-se aos novos requisitos que surgirem no futuro. Padrões de documentação começam a ser usados da mesma forma que padrões de projeto, para comunicar a razão de determinada decisão de projeto e não apenas o seu resultado. Sob este ponto de vista, um padrão de documentação para projetos de curso deve abranger todos os seus aspectos, especialmente aqueles referentes às decisões tomadas ao longo do processo e as razões que levaram à tomada dessas decisões. Importante também é a identificação dos pontos de extensão do projeto, que permitem que cursos concretos sejam construídos e modificados a partir da estrutura original. Assim como o currículo deve ser extensível, sua documentação também deve ser, permitindo que detalhes a respeito da extensão do currículo sejam nela inseridas. O resultado final deve ser intuitivo e fácil de assimilar. Qualquer pessoa (técnica ou não) deve ser capaz de entender o produto final e as motivações que determinaram a sua construção.

3 CONSTRUÇÃO DE CURRÍCULOS DE COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

Esta seção tem como objetivo definir os passos necessários para a construção de um currículo, seu encadeamento lógico-temporal bem como quais as fontes de informação que podem ser consultadas como auxílio a este processo. Não se pretende aqui estabelecer uma metodologia consistente e completa nesta primeira tentativa, mas abrir a discussão sobre a validade de tal abordagem e como ela pode ser melhorada/fortalecida de maneira a tornar-se útil nos processos de construção/reformulação curricular.

3.1 Análise e Especificação de Requisitos

Assim como o desenvolvimento de um produto não se dá a partir das necessidades dos desenvolvedores, um curso de graduação deve ser desenvolvido consoante às necessidades de quem receberá o serviço: o aluno e a sociedade. Sendo assim, o ponto de partida na execução de qualquer projeto deste tipo deverá estar nas necessidades que norteiam a implantação de um curso de graduação.

A *Análise de Requisitos* corresponde à definição do *Perfil do Egresso*, que deve abordar (i) as competências técnicas, (ii) as habilidades pessoais e (iii) as atitudes que o egresso deve apresentar para agir na sociedade com competência frente às necessidades da mesma.

Os requisitos de formação profissional podem ser obtidos de diversas fontes, sendo que as mais importantes são as Diretrizes Curriculares para a Área de Computação e Informática, os formulários de avaliação do CEEInf/MEC, que determinam, sob aquele ponto de vista, o que é um curso de graduação com qualidade. O tipo de pergunta que deve ser respondida nesta fase diz respeito às condições da Instituição e à demanda social e de mercado existente: “Existe um corpo docente qualificado para pôr em prática o currículo em construção? Em caso negativo, existe intenção de contratá-lo a curto e médio prazo? A instituição está disposta a investir os recursos necessários em pessoal e infraestrutura? Qual a política de qualificação docente da instituição? É compatível com as necessidades do curso? Em caso negativo, é possível alterá-la? Qual a política de atualização de equipamentos? É compatível com as necessidades do curso? Em caso negativo, é possível alterá-la? Qual a política de atualização de *software*? É compatível com as necessidades do curso? Em caso negativo, é possível alterá-la? Qual a política de atualização de referências bibliográficas? É compatível com as necessidades do curso? Em caso negativo, é possível alterá-la?”. Quanto à demanda social e do mercado local de trabalho e como este pode ser

transformado/melhorado com os egressos do curso em gestação, as perguntas que devem ser repondidas são as seguintes: “O que a sociedade precisa receber de um egresso da área? Que tipo de função o mercado necessita que tal profissional exerça? O mercado é consideravelmente desenvolvido em termos tecnológicos? Que tipo de atividade não é executada por falta de capacitação? Que tipo de capacitação seria necessária para o mercado ser competitivo com grandes centros de desenvolvimento científico e tecnológico a nível mundial?”.

Dadas as competências, habilidades e atitudes que os egressos devem possuir, o passo seguinte é especificar quais são os quesitos necessários para que os objetivos traçados sejam de fato atingidos. Sugere-se que este passo seja desenvolvido de acordo com a Tabela 1, que apresenta o desdobramento de cada item do perfil do egresso nos conteúdos e metodologias de ensino-aprendizado que visam desenvolver cada um dos itens citados.

Atitudes					
<i>Ética</i>	<i>Postura pró-ativa</i>	<i>Pensamento crítico</i>	...	<i>Postura colaborativa</i>	<i>Preocupação com qualidade</i>
Motivação e técnicas para o desenvolvimento desta atitude	Motivação e técnicas para o desenvolvimento desta atitude	Motivação e técnicas para o desenvolvimento desta atitude		Motivação e técnicas para o desenvolvimento desta atitude	Motivação e técnicas para o desenvolvimento desta atitude
Habilidades					
<i>Comunicação oral e escrita</i>	<i>Trabalho em grupo</i>	<i>Aprender a aprender</i>	...	<i>Criatividade</i>	<i>Transmissão de conhecimentos</i>
Técnicas para o desenvolvimento desta habilidade	Técnicas para o desenvolvimento desta habilidade	Técnicas para o desenvolvimento desta habilidade		Técnicas para o desenvolvimento desta habilidade	Técnicas para o desenvolvimento desta habilidade
Competências					
<i>Desenvolvimento de soluções de software</i>	<i>Desenvolvimento de soluções de hardware</i>	<i>Desenvolvimento de tecnologias</i>	...	<i>Desenvolvimento de pesquisas</i>	<i>Avaliação de custos e prazos de projetos</i>
Conteúdos e técnicas para o desenvolvimento desta competência	Conteúdos e técnicas para o desenvolvimento desta competência	Conteúdos e técnicas para o desenvolvimento desta competência		Conteúdos e técnicas para o desenvolvimento desta competência	Conteúdos e técnicas para o desenvolvimento desta competência

Tabela 1 — Desdobramento do Perfil do Egresso

Note-se que, para cada competência, habilidade ou atitude definida, devem ser estabelecidas motivações, conteúdos e técnicas para que o objetivo seja atingido. Neste momento, não há qualquer referência a disciplinas ou grade curricular, mas somente a processos de desenvolvimento destes objetivos. No que diz respeito a habilidades e atitudes, o que deve ser trabalhado são motivações que levem o aluno a entender a importância da característica em questão e técnicas, que podem ser desenvolvidas dentro ou fora da sala de aula, que sirvam para obter as habilidades e atitudes que se espera. Em geral, esta fase precisa ser acompanhada por psicólogos e pedagogos, que têm um maior conhecimento e experiência em tais empreitadas, mas de forma alguma prescinde-se da participação (nesta fase ou posteriormente) do corpo docente, pois dele vai depender o sucesso da implementação do currículo propriamente dito.

O desenvolvimento de uma tabela nestes termos torna o processo de construção curricular mais modular, uma vez que conteúdos, técnicas e motivações encontram-se ligados aos seus objetivos. Desta forma, pode-se combinar estes módulos de maneira a construir uma grade curricular mais flexível e mais adaptável a modificações. Salienta-se também que uma tabela deste tipo mostra a coerência dos processos em termos do resultado esperado. Completeza é uma característica mais difícil de demonstrar, se é que existe a possibilidade de demonstração de completeza em um projeto deste tipo.

A especificação dos requisitos diz respeito às grandes linhas que deverão ser seguidas, dada a análise de requisitos anteriormente estabelecida. Consiste nas seguintes etapas, sempre tendo presente o quadro exposto anteriormente: (i) estabelecer o perfil do egresso, (ii) gerar as diretrizes para o projeto pedagógico, (iii) estabelecer o perfil do curso, (iv) estabelecer o perfil do corpo docente, (v) estabelecer métricas de avaliação dos resultados atingidos. A Tabela 2 apresenta a estruturação deste desdobramento.

Requisito	Detalhamento
Perfil do Egresso	Conjunto de aptidões (atitudes, habilidades e competências) esperadas dos egressos, classes de problemas que os egressos estarão capacitados a resolver, funções que os egressos poderão exercer no mercado de trabalho, funções que os egressos poderão <i>criar</i> no mercado de trabalho, capacidade de adaptação do egresso à evolução da Computação e de suas tecnologias, ...
Perfil do Curso	Paradigmas educacionais utilizados, orientação a projetos e atividades extra-classe, incentivo à pesquisa, ...
Perfil do Corpo Docente	Tipo de formação técnica, experiência profissional, perfil de publicações, aptidões pessoais e profissionais, ...
Projeto Pedagógico	Interdisciplinaridade, aprendizagem por projetos, integração entre as disciplinas, critérios de avaliação e recuperação de conhecimentos, utilização de laboratórios, operacionalização, pesquisa, estágios, projetos, atividades extra-curriculares, sistemas de apoio discente e docente, técnicas de ensino-aprendizagem, ...
Métricas de Avaliação	Exame Nacional de Cursos, publicações científicas do corpo docente e discente, avaliação externa dos alunos (convênios com empresas), projetos com empresas, recursos de instituições de fomento e empresariais, ...

Tabela 2 — Desdobramento da especificação de requisitos do curso

3.2 Estrutura Estática

A estruturação do curso é o processo de criação da parte estática do mesmo. Esta definição compreende os seguintes quesitos, levando-se em consideração a especificação dos requisitos definidas na fase anterior, as diretrizes curriculares [1] e os padrões de qualidade [2]:

Resultado	Detalhamento
Definição do sistema	Seriado, por créditos, semestral ou anual, diurno, vespertino, noturno ou uma combinação destes, presencial, semi-presencial ou a distância.
Grade Curricular	Definição da grade curricular, dividindo os conteúdos já estabelecidos como necessários em disciplinas. Para cada disciplina deverá ser elaborado o seu Plano de Curso, que compreende os objetivos gerais e específicos, conteúdos, bibliografia, avaliação e metodologias de ensino-aprendizagem a desenvolver na disciplina.
Corpo Docente	Definição do corpo docente em função do perfil do curso e das matérias. Planejar a reciclagem do corpo docente pré-existente, se for o caso.
Infraestrutura	Definição da infraestrutura necessária de laboratórios, biblioteca e salas de aula.

Tabela 3 — Desdobramento da estrutura estática do curso

No final deste processo deverá ser realizado um cruzamento entre a grade obtida, corpo docente e a especificação de requisitos realizada para verificar aderência.

A definição do corpo docente *após* a estruturação curricular é talvez a parte mais delicada do processo. Raramente um curso é construído a partir do zero sem que já exista um corpo docente (mesmo que pequeno) contratado. Em processos de reformulação curricular, o corpo docente em geral já está formado e em atividade dentro da instituição. Se o corpo docente existente se enquadra perfeitamente na proposta curricular então não há problema. O que se verifica, no entanto, com bastante frequência, são professores que ministram disciplinas no curso a reformular mas que não têm a formação técnica adequada para trabalhar no curso reformulado. Isso acontece basicamente

pela formação inadequada do corpo docente, que tem as seguintes causas:

- ➔ A dinâmica da área e sua constante evolução tornam algumas matérias obsoletas, exigindo atualização constante do corpo docente, que nem sempre possui tempo, disposição e recursos para tal;
- ➔ cursos superiores mais antigos eram cursos de Tecnologia em Processamento de Dados, que não forneciam conhecimento suficiente para os desafios da profissão na atualidade. Muitos professores com essa formação continuaram o seu processo de atualização, com mestrado, doutorado e dedicação à pesquisa. No entanto, muitos continuaram com basicamente os mesmos conhecimentos da época, muitas vezes por falta de incentivo da instituição em proporcionar condições para que estes professores procurassem qualificação e mantivessem atividades de pesquisa.
- ➔ os cursos da área de Computação e Informática foram inicialmente instituídos por profissionais com formação em Matemática, Física e Engenharia. Estes professores, mesmo que tenham uma competência excepcional em algumas áreas do curso, carecem de uma formação mais profunda em Ciência da Computação. Por esta razão, não só o número de diferentes disciplinas que eles podem ministrar é reduzido, como também existe a dificuldade de relacionar os conteúdos ministrados com as restantes disciplinas do curso.
- ➔ falta de interesse dos professores de dar continuidade ao seu processo de formação (mestrado e doutorado) e de engajar-se em projetos de pesquisa dentro e fora de sua instituição.

3.3 Estrutura Dinâmica

Nesta etapa é estabelecido o modelo dinâmico do curso, ou seja a metodologia que juntamente com a grade de disciplinas, corpo docente e infra-estrutura propostos, irá viabilizar a realização da especificação de requisitos. A criação da estrutura dinâmica do currículo está relacionada ao detalhamento das diretrizes gerais do Projeto Pedagógico criadas na fase anterior. Este detalhamento deve levar em consideração o tipo de aluno que a Universidade recebe a cada semestre, pois é o perfil do corpo discente que deve determinar muitas das metodologias e técnicas utilizadas para garantir um processo de aprendizado eficiente e eficaz.

O resultado deste processo deve ser um levantamento das ações que devem ser realizadas dentro de cada disciplina para garantir-se que as atitudes, habilidades e competências expressas no perfil do egresso sejam de fato atingidas. Note-se que este relacionamento entre conteúdos e ações é, em geral, deixado totalmente a cargo do professor da disciplina e os resultados obtidos variam tanto quanto a capacidade, experiência e interesse do docente no processo de ensino-aprendizagem. Obviamente que o professor deve ter liberdade de estabelecer critérios de avaliação e determinar como o conteúdo será desenvolvido, mas é importante que ele tenha consciência de que objetivos devem ser atingidos com a disciplina e que estes objetivos não têm a ver somente com o conteúdo da mesma. A consciência de que uma disciplina não é um fim em si mesma, mas parte do processo de criação de um profissional conforme estabelecido no projeto do curso é parte fundamental deste processo e deve ser partilhada por todo o corpo docente. Este desdobramento das disciplinas em metodologias é mostrado na Tabela 4.

Grade Curricular	<i>Disciplina 1</i>	Desenvolvimento das atitudes Desenvolvimento das habilidades Desenvolvimento das competências Desenvolvimento das diretrizes do Projeto Pedagógico

	<i>Disciplina n</i>	Desenvolvimento das atitudes Desenvolvimento das habilidades Desenvolvimento das competências Desenvolvimento das diretrizes do Projeto Pedagógico

Tabela 4 — Definição da Grade Curricular

3.4 Currículo em Ação

A implantação do novo currículo, assim como a implantação de qualquer sistema, faz com que problemas não previstos na especificação e implementação surjam. Esta fase é basicamente uma fase de testes, ajustes e refinamentos. Quanto mais bem trabalhadas forem as fases anteriores, espera-se que menos problemas aqui apareçam. A dinâmica do processo de implantação curricular é

aqui definida, com todos os problemas associados à implantação de novas propostas quando o trabalho é realizado com pessoas de diferente formação, experiência e interesses. Este processo e como ele deve ser conduzido, no entanto, encontra-se além do escopo deste artigo, merecendo um tratamento profundo e completo, com metodologias desenvolvidas especialmente para ele.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de iniciar uma discussão sobre a viabilidade da criação de uma metodologia para o desenvolvimento de currículos de graduação para a área de Computação e Informática. No nosso entendimento, esta metodologia é viável e necessária, e podemos, para criá-la, traçar paralelos entre as ações necessárias para a criação de um currículo de graduação e as técnicas bem conhecidas de Engenharia de Software.

A Engenharia de Software nos fornece um conjunto de técnicas, princípios e metodologias que facilitam a construção de sistemas adaptáveis, flexíveis e modificáveis. É precisamente este tipo de característica que buscamos em currículos de graduação na área. Sendo assim, acreditamos que tal disciplina pode servir como inspiração na construção das metodologias que necessitamos.

Neste trabalho foi proposta uma metodologia inicial, que uma vez seguida, fornece um curso com uma estrutura razoavelmente modular. As fases apresentadas na metodologia podem ser sumarizadas pela tabela abaixo:

Fase do Projeto	Entrada	Saída	Fase do Projeto
Objetivos	Diretrizes Curriculares Formulários de avaliação CEEInf/MEC Necessidades do mercado Necessidades da sociedade	Perfil do egresso Perfil do curso Perfil do corpo docente Diretrizes do projeto pedagógico Métricas de avaliação dos resultados atingidos	Análise e Especificação dos Requisitos
Estrutura Estática	Saída da fase de Análise e Especificação dos Requisitos	Conteúdos programáticos Infraestrutura Corpo Docente	Análise e Projeto
Estrutura Dinâmica	Saída da fase de Análise e Especificação dos Requisitos Corpo Discente	Plano de Curso das disciplinas, englobando metodologias que desenvolvam as diretrizes do Projeto Pedagógico, atitudes, habilidades e competências do Perfil do Egresso	Implementação
Currículo em Ação	Ajustes Avaliação interna e externa	Currículo completo e ajustado	Teste e Implantação

Esperamos que este trabalho possa contribuir nas discussões sobre desenvolvimento de currículos em Computação e Informática e que seja o primeiro passo no desenvolvimento de uma metodologia que muito auxiliaria os envolvidos no processo de construção de currículos de qualidade.

5 REFERÊNCIAS

- [1] MEC/SESu. **Diretrizes Curriculares para as Áreas de Computação e Informática**. <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.shtm>, 1999.
- [2] MEC/SESu/CEEInf. **Indicadores e Padrões de Qualidade para Cursos de Graduação da Área de Computação**, 1999.
- [3] SBC/Diretoria de Educação. **Currículo de Referência para Cursos de Graduação em Computação**. Versão 99, 1999.
- [4] FERREIRA, A. P. L. **O Projeto Pedagógico como Métrica de Qualidade nos Cursos de Graduação em Informática**. Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação (VII WEI - Workshop sobre Educação em Computação), pp.481-492, 1999.

- [5] PRESSMAN, R. S. **Software Engineering : a Practitioner's Approach**. 4^a ed. McGraw-Hill, 852 p., 1997.
- [6] WIRTH, N. **Algorithms + Data Structures = Programs**. Prentice-Hall, 1976.
- [7] LEWIS, T.; ROSENSTEIN, L.; PREE, W.; WEINAND, A.; GAMMA, E.; CALDER, P.; ANDERT, G.; VLISSIDES, J.; SCHMUCKER, K. **Object-Oriented Application Frameworks**. Prentice-Hall, 1996.
- [8] BOOCH, G. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1999.