

---

# Um Sistema para Integração Disciplinar e Gestão Continuada da Aprendizagem

André Bernardes Pezza<sup>1</sup>, Nizam Omar<sup>1</sup>, Vilmar Pedro Votre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Presbiteriana Mackenzie

Rua da Consolação, 930 – 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

andre@andrepezza.com, omar@mackenzie.com.br, fcicomp@mackenzie.br

**Resumo.** Este trabalho apresenta um ambiente para visualização integrada de um curso de graduação e acompanhamento da aprendizagem dos alunos durante sua formação. O curso é representado, a partir de sua ontologia, na forma de um banco de dados relacional. Sobre o banco de dados é construído um sistema que atende instituição, coordenação, professores e alunos; cada qual com acessos e tarefas específicos. O acompanhamento da aprendizagem de cada aluno é realizado através da anotação do seu estado cognitivo representado por um conjunto de NACs (nível de aquisição de conhecimento) que medem a sua aderência a um determinado conceito.

**Palavras-chave:** ensino a distância, ontologias, representação do conhecimento

**Abstract.** This project presents a proposal of an environment for integrated visualization of an undergraduate course and continued learning evaluation. The course is represented, from its ontology, in the form of a relational database. The database is the core of a system that will be used by professors, students and coordination, each one with specific tasks and access level. The learning monitoring of the students is accomplished by the annotation of their cognitive state through the use of a knowledge gain level measure specified for each concept that is taught.

**Key words:** e-learning, ontologies, knowledge representation

## 1. Introdução

O ensino superior carece de uma maior integração entre os diversos agentes do processo para uma melhor avaliação da aprendizagem real dos alunos.

A diversidade de formações dos docentes associada a vasta disponibilidade de referências, inclusive as disponíveis na *Internet*, tornam a tarefa de ensinar uma nova disciplina um exercício de adaptação de professores e alunos, estes com conhecimentos prévios bastante distintos entre si.

Este artigo apresenta a proposta de um sistema para integração disciplinar e gestão do nível de aquisição de conhecimento dos alunos, que poderá ser utilizado como base na implantação de um projeto de avaliação continuada da aprendizagem nos cursos de graduação seguindo os princípios da aprendizagem significativa.

O artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta um breve estudo teórico sobre a teoria da aprendizagem significativa. Na seção 3 é feita uma proposta para integração disciplinar e gestão do conhecimento baseada no conceito de NAC (nível de aquisição do conhecimento). Na seção 4 é descrito um banco de dados para representação de um curso de graduação e do NAC dos alunos. Na seção 5 tem-se a visão geral de um sistema desenvolvido com base no banco de dados que poderá ser utilizado pelos coordenadores de curso, professores e alunos. Além disso, é feito um breve estudo de caso com a aplicação do sistema ao curso de Ciência da Computação da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Na seção 6 são apresentadas as considerações sobre este trabalho, e por último na seção 7 são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

---

## 2. Aprendizagem Significativa

Moreira e Masini (2002) citam a aprendizagem significativa como sendo o conceito mais importante da teoria de Ausubel. Para Ausubel (1968) apud Moreira e Masini (2002), no processo de aprendizagem significativa cada nova informação deve se relacionar com um aspecto relevante que já é de conhecimento do indivíduo. Ou seja, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Estes conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno serão chamados de Nível de Aquisição do Conhecimento, ou NAC.

Dessa forma, para que ocorra um processo de aprendizagem significativa em um curso de graduação é necessário que os conceitos ensinados sigam uma ordem lógica coerente com o NAC atual do aluno, caso contrário o processo de aprendizagem poderá ser prejudicado.

Ausubel também afirma que a essência do processo de aprendizagem significativa está em que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não-arbitrária e substantiva ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento.

A aprendizagem significativa pressupõe que:

- o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz;
- o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

Ou seja, basicamente o que se conclui é que o tópico ensinado deve fazer sentido ao aluno, caso contrário ele não será devidamente assimilado. Mas o problema reside justamente no fato de os alunos possuírem experiências anteriores distintas, e portanto níveis de conhecimento distintos também.

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina. Acredita que esses conceitos podem ser identificados e ensinados a um aluno, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas.

Mas o problema é que a determinação de quais são os conceitos mais gerais e inclusivos, de quais são os conceitos subordinados e de como esses conceitos se relacionam entre si, não é uma tarefa fácil. Segundo Ausubel, os conceitos mais gerais devem ser apresentados aos alunos em primeiro lugar, e devem ser progressivamente diferenciados, em termos de detalhe e especificidade.

Ausubel também argumenta que é importante insistir na consolidação do que está sendo ensinado, antes de introduzir novos conceitos. Isso assegura que os alunos estarão preparados para assimilar o novo conteúdo, e dessa forma obtém-se sucesso no processo de aprendizagem. Ausubel enfatiza que os conceitos que o aluno já sabe são os fatores mais importantes que influenciam o processo de aprendizagem, de forma que os novos conceitos sempre devem ser introduzidos levando-se em conta aquilo que já foi ensinado anteriormente.

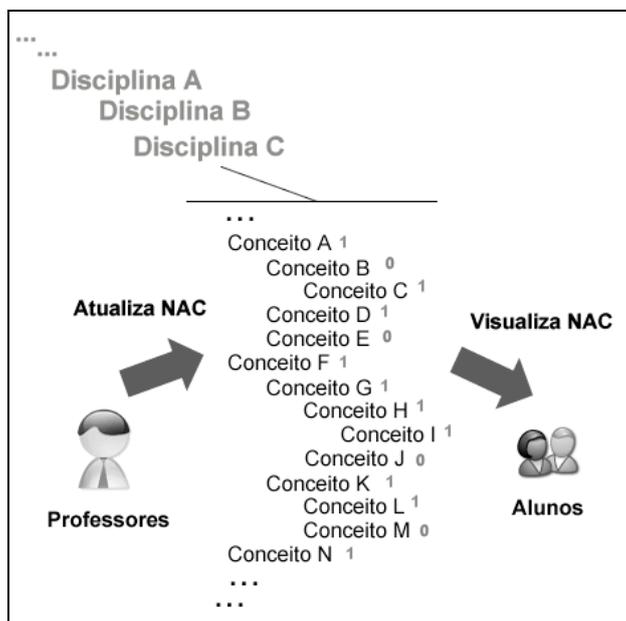
## 3. Um Modelo Conceitual Para Acompanhamento da Aprendizagem

Conforme visto na seção 2, a teoria da aprendizagem significativa procura levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, e utilizá-los como base na construção dos novos conhecimentos. Para isso, faz-se necessário uma forma de acompanhamento da aprendizagem dos alunos, para que o professor tenha condições de saber qual o nível de entendimento dos alunos perante os conceitos que foram ensinados.

Para que seja possível obter uma avaliação contínua da aprendizagem dos alunos é necessário, em primeiro lugar, construir uma estrutura de representação global do curso que nos permita visualizá-lo de forma simples e integrada. Esta estrutura de representação do curso deve conter não apenas as disciplinas que compreendem a grade curricular, mas principalmente os conceitos ensinados nas disciplinas e as relações existentes entre eles.

Tendo uma estrutura para representação do curso, o próximo passo é fazer com que seja possível relacionar o conhecimento de cada aluno com cada conceito ensinado no curso. É dentro deste contexto que pode ser utilizado o conceito de NAC, ou seja, o nível de aquisição de conhecimento do aluno para determinado conceito.

O nível de aquisição de conhecimento (NAC) é um valor numérico que será atribuído para cada aluno relacionado com cada conceito ensinado no curso. É importante ressaltar que, apesar de ser um valor numérico, o NAC não deve de forma alguma ser visto como uma nota. O interesse aqui não é avaliar os alunos e muito menos substituir as provas convencionais. O que espera-se com o NAC é obter uma forma de acompanhamento e avaliação da aprendizagem dos alunos, sendo que o objetivo final é através disso fornecer ao professor uma análise mais detalhada sobre o atual estado cognitivo dos alunos para cada um dos conceitos que foram ensinados na sua disciplina.



**Figura 3.1 - Exemplo de atribuição dos NACs aos conceitos das disciplinas**

O NAC não é atribuído diretamente a uma disciplina, mas sim aos conceitos mais básicos ensinados, conforme exemplificado na Figura 3.1. O NAC final para uma disciplina pode ser obtido através da composição dos NACs dos conceitos mais básicos, sendo que a forma como é feita esta composição pode variar de acordo com os critérios de cada professor, e foge ao escopo desta pesquisa.

É interessante que o NAC dos alunos seja frequentemente atualizado através de pequenas avaliações, pois dessa forma o professor terá acesso a informações precisas e atualizadas sobre a aprendizagem dos alunos na sua disciplina. Espera-se que uma análise cuidadosa do NAC de todos os alunos que estão cursando determinada disciplina deve ser capaz de fornecer dados valiosos para que o professor possa basear suas próximas aulas.

Através de um acompanhamento permanente do NAC dos alunos deve ser possível detectar quais os conceitos em que a aprendizagem foi mais problemática, e com isso os

---

professores teriam informações mais detalhadas para saber exatamente qual conceito ainda poderia ser mais trabalhado e também qual conceito que já foi assimilado satisfatoriamente pela maioria dos alunos e não precisa mais ser revisto, já que a repetição excessiva de um assunto já aprendido pode se tornar desmotivante para os alunos e com isso prejudicar o seu aproveitamento.

O modelo proposto, baseado no princípio de NACs atribuídos aos alunos para cada um dos conceitos das disciplinas, possibilita a obtenção de informações mais precisas sobre os agentes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

#### **Vantagens para os Professores**

- Visão integrada do curso, sendo possível realizar um melhor planejamento das aulas;
- Através da lista de conceitos de todas as disciplinas do curso pode ser possível descobrir relacionamentos interdisciplinares que antes não eram evidentes;
- Através da lista de NACs dos alunos o professor terá uma noção mais precisa daquilo que os alunos realmente aprenderam, podendo direcionar suas aulas para os pontos em que os alunos possuem mais dificuldade de aprendizagem;
- Os professores das etapas seguintes do curso poderiam começar suas aulas já com informações precisas sobre o nível de conhecimento dos alunos, evitando assim repetições desnecessárias daquilo que já foi aprendido e principalmente deixar de ensinar algum conceito que supostamente já havia sido aprendido mas ainda não foi.

#### **Vantagens para os Alunos**

- Da mesma forma que os professores, os alunos também podem se beneficiar de uma visualização integrada do curso associada aos NACs, utilizando as informações disponíveis como ferramenta de auxílio ao seu processo de estudo.

### **4. O Banco de Dados**

O banco de dados foi desenvolvido com base na ontologia para representação de um curso de graduação proposta em Pezza *et al* (2003). É importante notar que não se trata de uma conversão simples e direta, já que trata-se de tecnologias e conceitos distintos. Dessa forma, tem-se efetivamente uma adaptação, ou seja, o banco de dados desenvolvido deve ser capaz de representar o mesmo conhecimento que pode ser representado pela ontologia, mas a forma de representação deve ser modificada de forma que fique coerente com o modelo entidade-relacionamento.

O banco de dados deve permitir uma visualização completa do curso, disciplinas e conceitos ensinados. Além disso, deve permitir que seja armazenado o nível de aquisição do conhecimento (NAC) de cada aluno para cada conceito, de forma que seja possível através dos dados armazenados construir uma árvore de conceitos com os respectivos NACs dos alunos. A Figura 4.2 mostra uma visão geral do banco de dados desenvolvido.

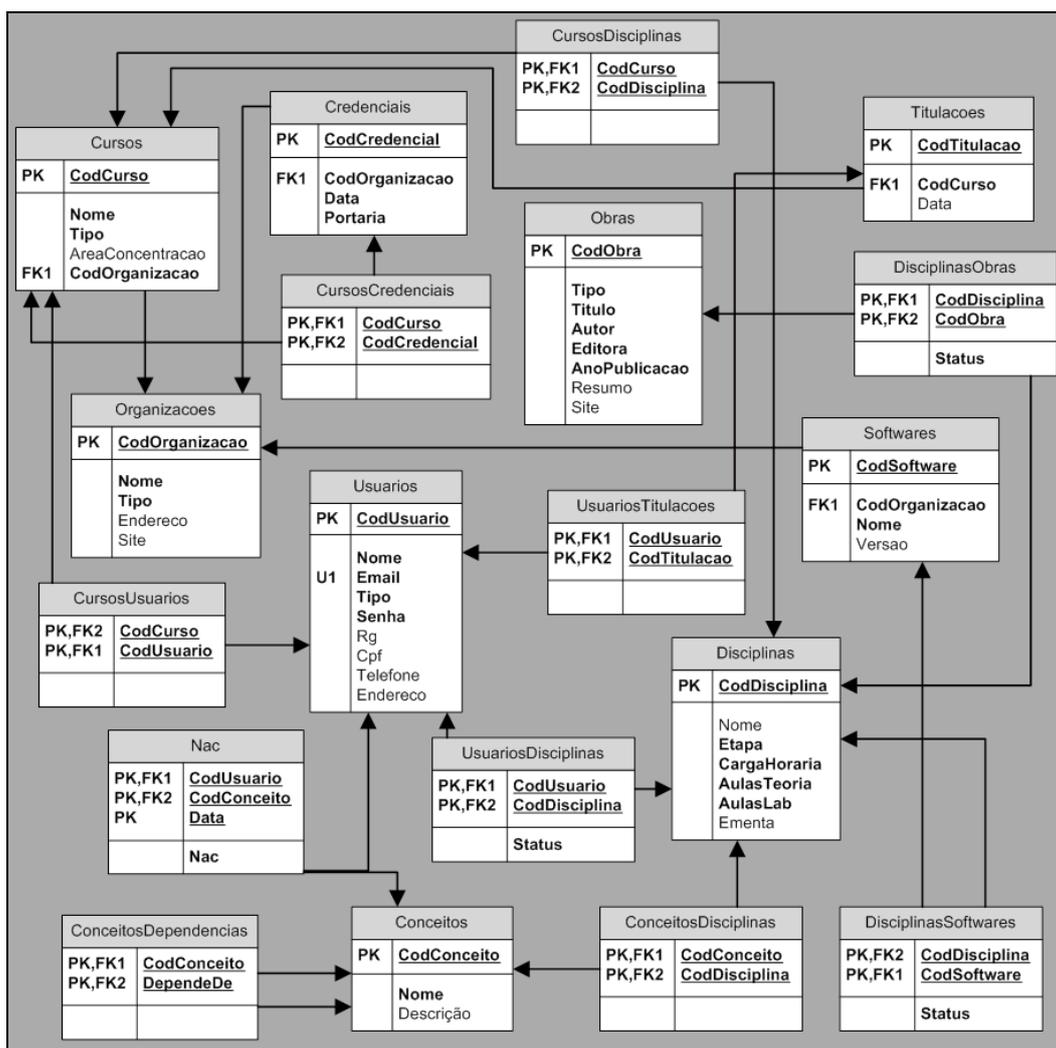


Figura 4.1 - Entidades e relacionamentos do banco de dados

Através das tabelas Disciplinas, Conceitos, ConceitosDependências e ConceitosDisciplinas é que torna-se possível armazenar todos os conceitos de cada disciplina e seus relacionamentos. De acordo com o modelo desenvolvido, a partir de cada disciplina é possível saber quais são os conceitos ensinados, e a partir de cada conceito é possível saber quais são os outros conceitos relacionados, tanto os mais abrangentes quanto os mais específicos (Figura 4.3).



Figura 4.2 - Diagrama Entidade-Relacionamento para os conceitos

## 5. O Sistema

O sistema está dividido em 5 pacotes: beans, buscas, dbutil, view e vo.

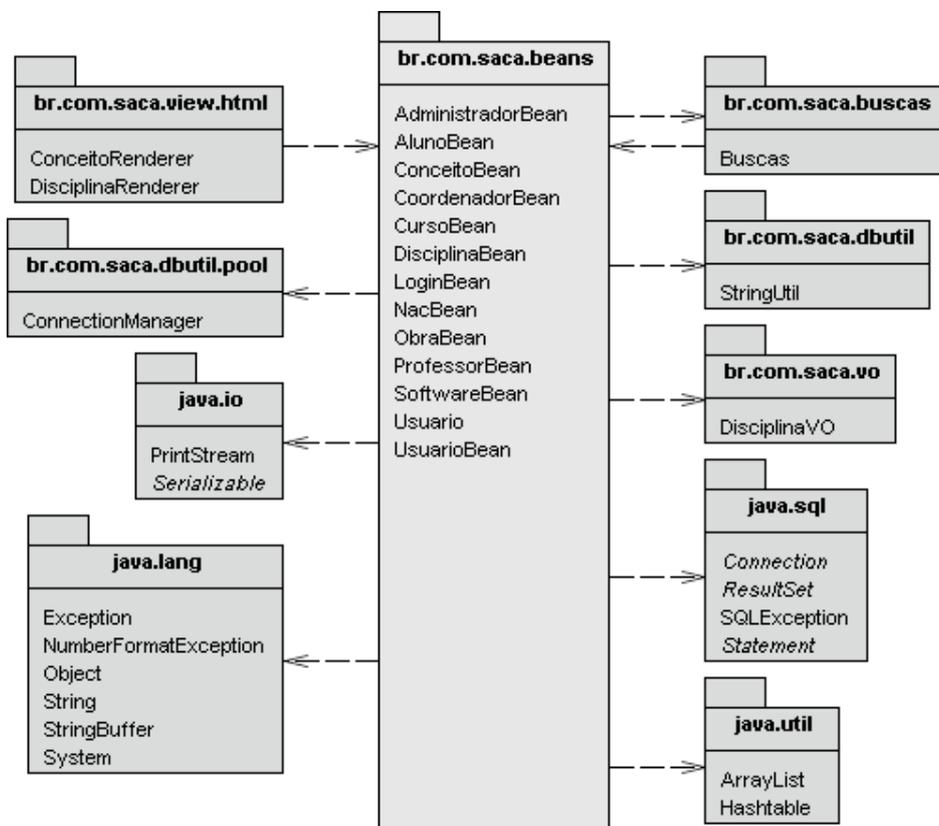


Figura 5.1 – Visão geral do pacote beans.

O pacote beans (Figura 5.1) contém as classes que representam as tabelas do banco de dados, ou seja, mapeiam os atributos das tabelas do banco e possuem métodos para acesso e modificação destes.

A classe `UsuarioBean` (Figura 5.2) representa um usuário no banco de dados. Além dos atributos referentes aos usuários, a classe possui métodos para inserir novos usuários, atualizar usuários existentes e também excluir usuários.

A classe `UsuarioBean` possui as seguintes subclasses: `AdministradorBean`, `AlunoBean`, `CoordenadorBean` e `ProfessorBean`. Todas elas compartilham os mesmos atributos, sendo que a única diferença encontra-se no método `insert()`, que faz a inserção dos usuários no banco de dados. O método `insert()` das subclasses chama o método `insert()` da classe `UsuarioBean` passando como parâmetro um número inteiro que representa o tipo de usuário que está sendo inserido.

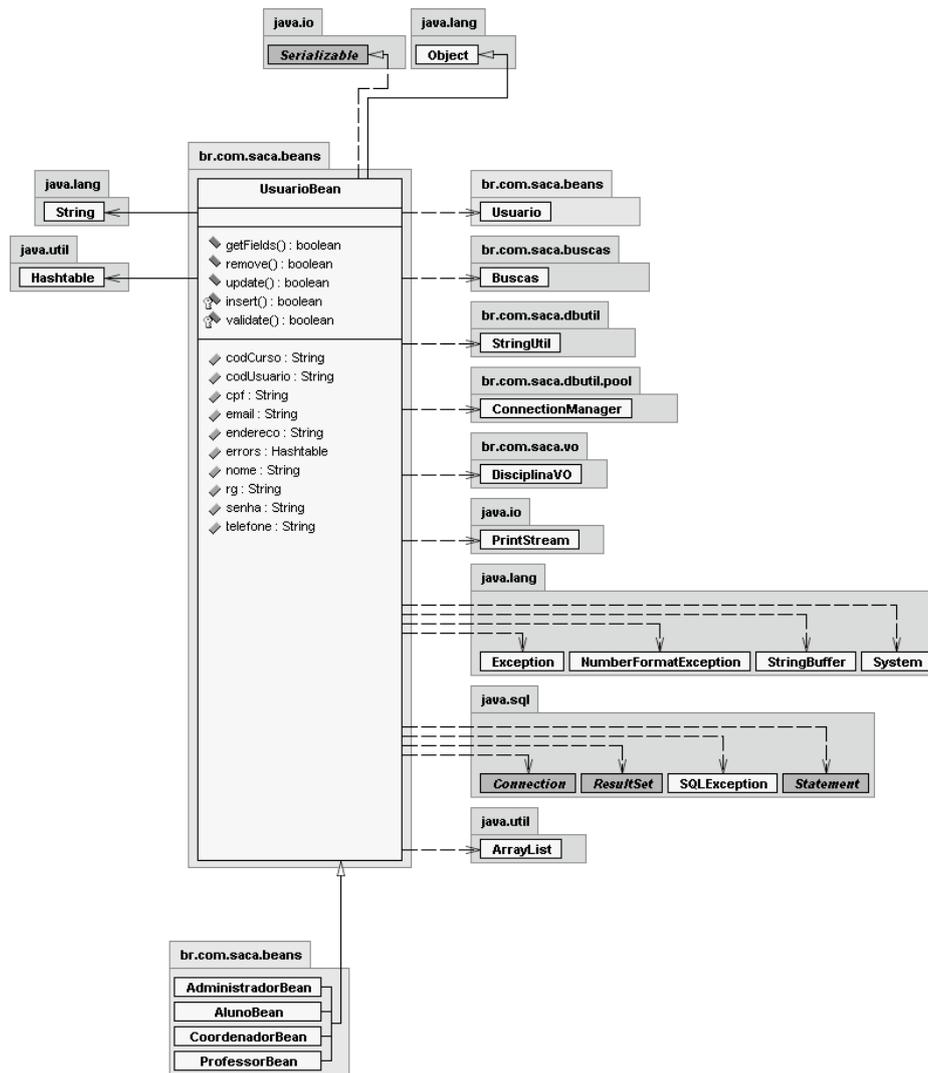


Figura 5.2 - Diagrama da classe UsuárioBean

As constantes que indicam o tipo de usuário (Administrador, Aluno, Coordenador, Professor) encontram-se na classe Usuário (Figura 5.3).

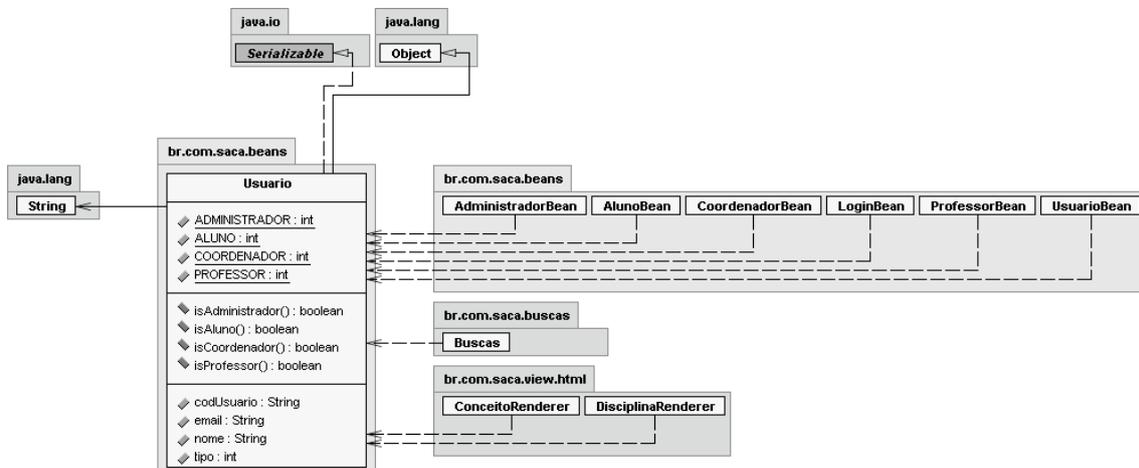


Figura 5.3 - Diagrama da classe Usuário

A classe `ConceitoBean` representa um conceito no banco de dados. Além dos atributos referentes aos conceitos, a classe possui métodos para inserir novos conceitos, atualizar conceitos existentes e também excluir conceitos.

A classe `NacBean` representa um NAC, que no modelo do banco de dados é um valor inteiro atribuído como resultado do relacionamento entre as entidades `Usuários` e `Conceitos`.

O pacote `buscas` contém a classe `Buscas` (Figura 5.4), que por sua vez possui diversos métodos com consultas SQL para localizar dados no banco de dados de acordo com os parâmetros de busca especificados. Estes métodos retornam um objeto `ArrayList` contendo todos os *Value Objects* retornados pela busca.

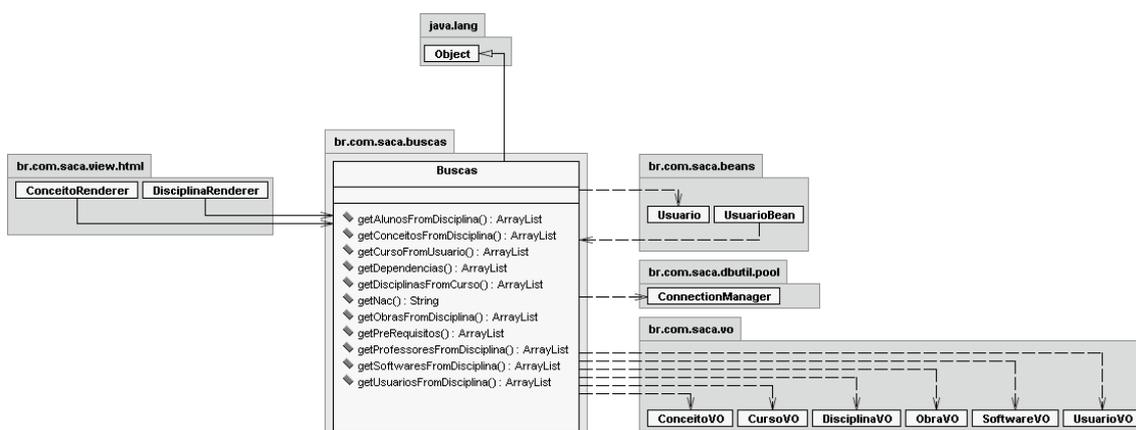


Figura 5.4 - Diagrama da classe `Buscas`

Os *Value Objects* encontram-se no pacote `vo`, e são classes que representam as diversas entidades presentes no modelo de dados. Sua única função é servir como objetos de retorno para os métodos de busca, por isso possuem apenas os atributos necessários para exibição ao usuário e seus respectivos métodos de acesso.

O pacote `view` engloba o pacote `html`, que por sua vez possui classe auxiliares que geram alguns componentes HTML já devidamente preenchidos com valores do banco de dados.

A classe `ConceitoRenderer` (Figura 5.5) pode talvez ser considerada o ponto chave do sistema. O seu método `getArvoreConceitos()` é responsável por exibir os conceitos relacionados em uma estrutura de árvore, tornando fácil visualizar quais são os conceitos mais abrangentes e mais específicos. O método `getConceitosMaisAbrangentes()` retorna apenas a parte superior da árvore de conceitos, enquanto que o método `getConceitosMaisEspecificos()` retorna apenas a parte inferior da árvore, sempre em relação ao conceito que é passado como parâmetro para o método.

A classe `DisciplinaRenderer`, através do método `getArvoreConceitos()`, é responsável por exibir todos os conceitos relacionados com determinada disciplina. Após localizar todos os conceitos mais abrangentes da disciplina (topo da árvore), ela utiliza o método `getArvoreConceitos()` da classe `ConceitoRenderer` para montar recursivamente a árvore hierárquica de cada conceito.

O pacote `dutil` engloba o pacote `pool`, que por sua vez possui a classe `ConnectionFactory`, que é responsável por gerenciar as conexões ao banco de dados.

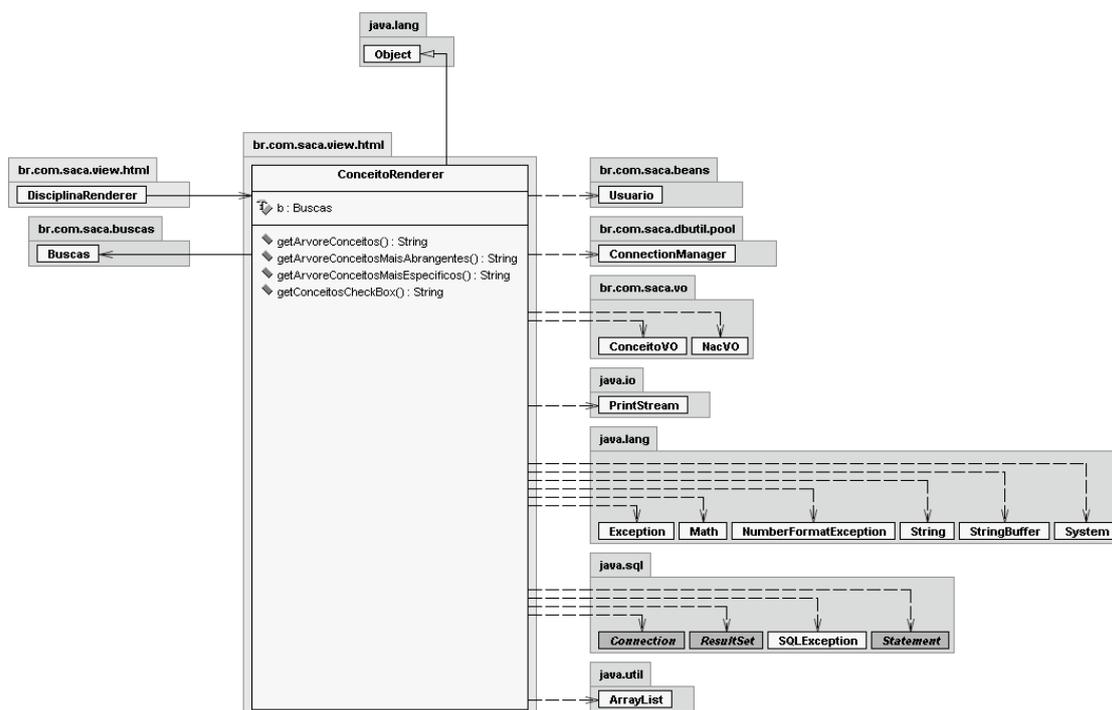


Figura 5.5 - Diagrama da classe ConceitoRenderer

**Principais Casos de Uso do Sistema**

Os usuários do sistema podem ser divididos em professores, alunos, coordenadores de curso e administrador. Cada um desses usuários possui papéis distintos na utilização do sistema, podendo ou não executar determinadas ações. A Figura 5.6 mostra uma visão geral dos principais casos de uso do sistema e dos atores envolvidos.

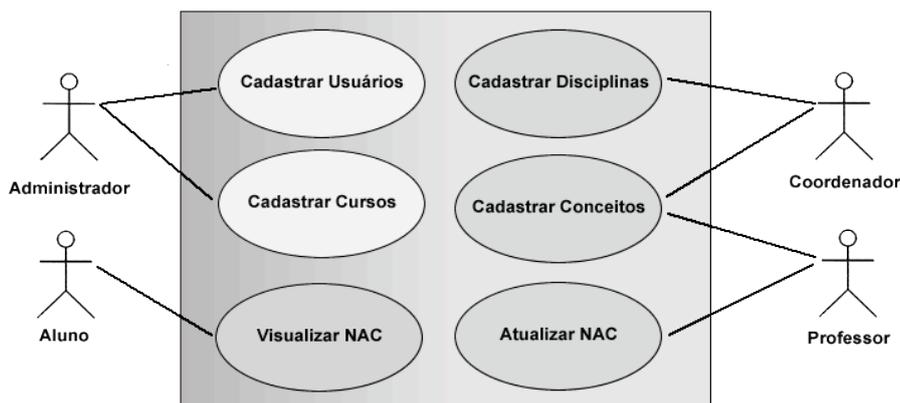


Figura 5.6 - Principais casos de uso do sistema

**Estudo de Caso: Curso de Graduação em Ciência da Computação**

Foi desenvolvido um estudo de caso da aplicação do sistema no curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Este estudo de caso tem como objetivo validar o sistema sob o ponto de vista funcional e também visualizar de forma prática quais as vantagens que podem ser obtidas com a implantação do sistema no ambiente acadêmico. Para tal, foi efetuado o cadastramento de todas as disciplinas da grade curricular do curso de Ciência da Computação, incluindo seus dados básicos e ementa.

---

No caso específico da disciplina de Inteligência Artificial, foram identificados e cadastrados de forma hierárquica os principais conceitos ensinados.

## 6. Considerações Finais

Através do estudo de caso realizado pode-se concluir que o sistema mostrou-se tecnicamente funcional e cumpre com a sua proposta de permitir uma representação integrada dos conceitos das disciplinas e atribuição do NAC aos alunos. Espera-se que, quando aplicado a todas as disciplinas do curso, o sistema possa contribuir efetivamente para uma melhoria do mesmo, tanto pelas informações cognitivas sobre os alunos que estarão disponíveis aos professores quanto pelas informações que estarão disponíveis aos próprios alunos, que terão no sistema uma excelente ferramenta para orientação do processo de estudo. Além disso, a visão integrada da grade curricular do curso que o sistema proporciona pode contribuir também para uma maior integração entre os professores das mais diversas disciplinas, que terão um incentivo a mais para relacionar os conceitos ensinados e trabalhar em atividades inter-disciplinares, o que pode por sua vez acabar contribuindo para uma melhoria geral da qualidade do curso e conseqüentemente do nível de aprendizagem dos alunos, que irão receber um conteúdo melhor direcionado às suas necessidades.

## 7. Trabalhos Futuros

- Neste trabalho a ontologia do curso de graduação não foi integrada diretamente com o sistema, já que para tal foi utilizado um banco de dados relacional. Para trabalhos futuros seria interessante um estudo sobre as tecnologias da Web Semântica (Araujo - 2003) visando uma forma de utilização direta do modelo ontológico no sistema sem a necessidade de um banco de dados relacional.
- Realizar um estudo para a integração deste sistema com o ambiente PIAGET (Silveira - 2003). PIAGET é uma plataforma baseada em uma arquitetura de objetos distribuídos em Java, e tem como objetivo principal fornecer suporte à Educação a Distância, combinando várias formas de interação, que simulam as interações usuais entre professores, alunos e objetos de aprendizagem.
- Realizar estudos sobre formas de automatizar o cálculo do NAC para os conceitos mais abrangentes da disciplina, de forma que o NAC só teria que ser inserido manualmente pelo professor nos conceitos mais específicos.
- Integrar o sistema com um ambiente de construção de mapas conceituais (Silva - 2004).

## Referências

- ARAUJO, M. (2003). Educação à distância e a WEB Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, Marco A., MASINI, Elcie F. S. (2001). Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro.
- PEZZA, A. B., OMAR, N., VOTRE, V. P. (2003). Integração Disciplinar em um Curso de Graduação com o Uso de Ontologias. Anais do IX Workshop sobre Informática na Escola (WIE). Campinas – SP, Brasil. Sociedade Brasileira de Computação.
- SILVA, V. (2004). ACMC-MACK Ambiente Cooperativo para Aprendizagem Significativa com Mapas Conceituais. Tese de Mestrado – Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- SILVEIRA, I. F. (2003). Um ambiente de realidade virtual distribuída aplicado à aprendizagem colaborativa. São Paulo. Tese Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.