

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**CLÁUDIA DE OLIVEIRA LOZADA**

**Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela  
Matemática visando uma formação profissional crítica e  
cidadã dos bacharelados em Engenharia Ambiental**

**São Paulo  
2013**

**CLÁUDIA DE OLIVEIRA LOZADA**

**Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela  
Matemática visando uma formação profissional crítica e  
cidadã dos bacharelados em Engenharia Ambiental**

**Versão revisada**

**São Paulo  
2013**

**CLÁUDIA DE OLIVEIRA LOZADA**

**Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela  
Matemática visando uma formação profissional crítica e  
cidadã dos bacharelados em Engenharia Ambiental**

**Versão revisada**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Educação da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Doutor em Educação.**

**Área de Concentração: Ensino de  
Ciências e Matemática**

**Orientador: Prof. Dr. Ubiratan  
D'Ambrósio**

**São Paulo  
2013**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

---

375.3  
L925d

Lozada, Cláudia de Oliveira

Direito ambiental: relações jurídicas modeladas pela matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos bacharelados em engenharia ambiental / Cláudia de Oliveira Lozada; orientação Ubiratan D'Ambrósio. São Paulo: s.n., 2013.

362 p. ils.; graf.; tabs.; anexos; apêndices

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Modelos matemáticos 2. Educação matemática 3. Flexibilidade cognitiva 4. Transdisciplinaridade 5. Engenharia (Ensino) 6. Direito ambiental I. D'Ambrósio, Ubiratan, orient.

---

**LOZADA, Cláudia de Oliveira**

**Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela Matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos bacharelados em Engenharia Ambiental**

**Tese apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Educação.**

**Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática**

**Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrosio  
(UNICAMP/ FEUSP) Orientador -  
Membro Titular**

---

**Prof. Dr. Antônio Carlos Brolezzi  
(IME/USP) - Membro Titular**

---

**Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira  
(UFSCAR) – Membro Titular**

---

**Prof. Dr. José Renato Nalini  
(UNINOVE/TJ-SP) - Membro Titular**

---

**Prof. Dr. Rodney Carlos Bassanezi  
(UFABC/UNICAMP) – Membro Titular**

---

**Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo  
(FEUSP) - Membro Suplente**

---

**Prof. Dr. Oscar João Abdounur  
(IME/USP) – Membro Suplente**

---

**Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Helena L. Ferreira  
(PUCCAMP) - Membro Suplente**

---

**Prof. Dr. Marcos Destefenni  
(Universidade Presbiteriana  
Mackenzie/MP-SP) – Membro  
Suplente**

---

**Prof. Dr. Alessandro Jacques Ribeiro  
(UFABC) - Membro Suplente**

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta tese para minha querida mãe Dona Jocira (in memoriam), um ser humano incrível, uma mulher extraordinária, profissional competente, ética e de bom senso, gestora pública honesta e íntegra, educadora exemplar, uma mãe magnífica, amorosa, zelosa e carinhosa, presente em todos os momentos de minha vida. Deixou-me um exemplo de vida, perseverança e valores humanos sólidos. Seu olhar esteve voltado para a Educação Básica e para o respeito e valorização docente, dedicando-se com esmero por mais de três décadas à educação pública estadual (SP), tendo sempre orgulho dos cargos que exerceu, como professora e diretora de escola. Sua dedicação serviu-me de inspiração para trilhar o caminho na Educação Brasileira, para qual deixo minhas modestas contribuições no Mestrado e Doutorado.*

*Nas palavras do poeta Fernando Pessoa:  
“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis” (...) como você mamãe!*

*Com amor e saudades eternas.*

## AGRADECIMENTOS

Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.

*Charles Chaplin*

### *A Deus:*

Ao **Regente deste magnífico Universo**, pela oportunidade de participar desta grande jornada que é a experiência da vida terrena, sem mesmo muitas vezes compreender suas razões e seus propósitos. Agradeço a Ele minha existência permeada por experiências e encontros inesquecíveis, o principal deles com os meus pais. Nesta peregrinação pelo Planeta Terra – obra inestimável de suas mãos divinas, nosso lar nesse imenso Universo e que devemos preservá-la - encontrei pessoas com as quais aprendi muitas lições e lugares que me deixaram grandes impressões, contribuições valiosas para minha evolução humana e espiritual. Agradeço também pelo privilégio ímpar de ter nascido no Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga (Vale do Ribeira/SP) e poder contemplar a Natureza majestosa de um lugar singular, pelo Ecossistema e culturalmente rico:

“Eu sou paulista  
Sou do Vale do Ribeira  
Do campo e cachoeira  
Sou da leira e do pomar  
Sou das montanhas  
No horizonte, azuladas  
Da poeira das estradas  
Sou do rio e sou do mar.

Eu sou um fruto  
Da terra de mistas flores  
Das violas e tambores  
Dos caboclos e tupis  
Sou das jazidas  
Da pesca e do pilão  
Sou um pouco do Japão  
Do Bom Jesus e sou feliz.

De onde sou tem gente boa e festeira  
Tem a congada, a folia, a capoeira  
De onde sou tem café quente na chaleira  
E quilombola defendendo o Rio Ribeira

O meu orgulho é grande  
E ele não é brincadeira  
Sou dos projetos e sonhos  
Desta terra sementeira  
Sou da pupila dos olhos  
Dos artistas de primeira  
Sou da canção sertaneja  
Sou do Vale do Ribeira.”

*(Música de Luciana Café)*

A **Nossa Senhora Aparecida** – padroeira do Brasil – por iluminar e guiar minha existência, ensinando-me a ter sabedoria diante dos desafios da vida. Ao saudoso Papa João Paulo II, a quem admiro por sua fé, humanidade e pelos ensinamentos que nos deixou.

À **Paróquia Nossa Senhora da Conceição** (Jacupiranga/SP) onde fui batizada e fiz a catequese, de onde guardo ternas recordações das missas, procissões, Festa do Divino Espírito Santo e do esforço que a população fez para a restauração e tombamento da Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição (construída em 1888), preservando as tradições religiosas e culturais do povo do Vale do Ribeira.

Ao **Bom Jesus de Iguape** que com seus braços abertos para o Rio Ribeira de Iguape continue protegendo e abençoando o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga.

*Aos meus pais e à minha família:*

Ao meu querido **pai Raimundo** (*in memoriam*) pelos exemplos positivos de vida que me deixou, a responsabilidade pelo trabalho, a garra e a dedicação.



A minha querida **mãe Jocira** (*in memoriam*) que partiu em 2011 deixando imensa saudade. Agradeço a ela por me ensinar a ter perseverança, a me inspirar a seguir em frente, a enfrentar os obstáculos e nunca perder a fé, além de me ensinar a olhar para o mundo com diferentes olhares e buscar a evolução espiritual. Fez a diferença na vida de muitas pessoas - alunos, colegas de trabalho, amigos - que com carinho relataram fatos e momentos em que os auxiliou, aconselhou e concedeu oportunidade a diversos professores para que iniciassem a carreira docente, que com carinho sempre expressaram gratidão e respeito. Deixou para todos nós um exemplo de vida e de ser humano e um legado de como se faz a gestão de modo competente e responsável da Educação Básica Pública, visando a qualidade do ensino. Esta tese tem um pedacinho de minha mãe que teve uma especial participação: ela acompanhou todas as etapas da execução do Curso de Formação Profissional e Acadêmica – objeto de análise da pesquisa qualitativa - e colaborou na organização do material instrucional. Não poderia ter sido diferente: ali estava a pedagoga e a mãe zelosa, além da cidadã que sempre acreditou na Educação e em especial no respeito à Natureza, pois tivemos o privilégio de nascer em uma das maiores áreas de Mata Atlântica do Estado de SP: o Vale do Ribeira. Não há paisagem mais linda que aquela! Esta tese dedico a você, minha querida mãe, que certamente está olhando por nós e por quem nutrimos amor eterno.

A minha irmã **Anneliese** pelo companheirismo, amizade e carinho. Obrigada pelo apoio em todos os momentos, sejam alegres ou tristes e pelo incentivo e palavras sábias nas horas certas.

Aos meus avós maternos **João** (*in memoriam*) e **Victória** (*in memoriam*) pelo exemplo de humildade e generosidade, por terem desempenhado um papel importante em minha formação humana e religiosa e por me proporcionarem a vivência cercada pela Natureza, aprendendo a respeitá-la. Aos meus avós paternos **Geraldo Lozada** (*in memoriam*) e **Geralda** (*in memoriam*), que certamente acompanham minha caminhada, torcendo por mim.

Ao **Tio Carlos** e à **Tia Tereza**, que sempre torceram por mim, pelo incentivo, encorajamento em todos os momentos e pelo respeito, carinho e amizade que sempre tiveram pelos meus pais. Aos meus padrinhos **Ney e Lídia** (*in memoriam*) pela maneira íntegra com que conduziram sua existência e de quem tenho saudades.

Àqueles que virão: **meus descendentes**. Espero que possam ainda ter o privilégio de apreciar as maravilhas deste lindo Planeta e do Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga (SP) e contribuir para preservá-los, além de respeitarem o semelhante e suas diferenças, tendo compaixão e tolerância, e encontrarem em cada lição ao longo da vida, uma gota de sabedoria, sem jamais perder a fé diante dos obstáculos que possam enfrentar.

*Aos mestres e aos amigos:*

Ao meu orientador **Prof Dr Ubiratan D'Ambrosio**, por sua sabedoria, sensibilidade, conhecimentos e valores humanos, além de gentilmente aceitar o desafio de orientar esta tese. Agradeço as palavras de encorajamento nos momentos difíceis e a maneira brilhante e magistral com a qual atribuiu novo rumo a esta pesquisa, desencadeando um trabalho complexo, que deixará contribuições para diversos campos do conhecimento. Fica minha eterna admiração por sua inigualável obra, precioso acervo da Educação Matemática mundial.

Ao **Prof Dr Vinício Macedo (FEUSP)** pela orientação inicial desta tese.

A **todos os professores do Programa de Doutorado em Educação da FEUSP** – Linha de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática - pelos ensinamentos. Deixo um agradecimento especial aos professores Doutores **Ana Maria Pessoa de Carvalho**, **Maurício Pietrocola** e **Elio Carlos Ricardo**, de quem fui aluna, pelas aulas inesquecíveis, pelo profissionalismo, pelo comprometimento com a pesquisa e a com a formação dos pesquisadores e pelo trabalho brilhante que desenvolvem na área de Ensino de Física.

Aos professores **Doutores Antônio Carlos Brolezzi (IME/USP)** e **Ademir Donizeti Caldeira (UFSCAR)** pelas contribuições valiosas durante o exame de qualificação. Agradeço especialmente ao Prof Dr Antônio Carlos Brolezzi (IME/USP) de quem fui aluna na Pós Graduação Lato Sensu em Matemática Aplicada por me apresentar à Educação Matemática.

Aos professores **Doutores Oscar João Abdounur (IME/USP)** e **Denise Helena Lombardo Ferreira (PUCCAMP)** por gentilmente aceitarem o convite para compor a banca examinadora desta tese (membros suplentes).

Ao **Dr. Marcos Destefenni**, Promotor de Justiça, (Ministério Público/SP) por seu exemplar trabalho na área de Processo Civil que tem contribuído para formação dos futuros operadores do Direito, tornando-se uma referência para os processualistas. Agradeço imensamente por me receber e aceitar participar da banca examinadora (membro suplente) e pela leitura que fez desta tese.

Ao **Prof Dr Alessandro Jacques Ribeiro (UFABC)** pelo auxílio e pelas sugestões preciosas a esta pesquisa, com as quais pude desenvolver o Curso analisado nesta tese. Agradeço também o apoio, o incentivo e as palavras de estímulo, e por sua exemplar dedicação, esmero e profissionalismo na condução das pesquisas em Álgebra.

Ao **Prof Dr Marcio Fabiano da Silva (UFABC)** pela solicitude em me auxiliar na análise e validação dos modelos matemáticos elaborados pelos alunos cujas discussões foram valiosas e conduziram reflexões significativas acerca do processo de modelagem matemática de relações jurídicas.

Ao **Prof Dr Rodney Carlos Bassanezi (UFABC/ UNICAMP)** por sua dedicação exemplar à Modelagem Matemática e por toda a sua obra que tem nos inspirado. Agradeço o incentivo, à recepção na UFABC na época em que acompanhei o Curso de Especialização “Modelagem Matemática em Ensino Aprendizagem” e as conversas sempre produtivas que me estimularam a realizar um trabalho sempre melhor.

Ao **Prof Dr Jonei C. Barbosa (UFBA)** pelo apoio e incentivo durante minha caminhada no universo da Modelagem Matemática e a todos os colegas do GT da Modelagem Matemática da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM).

Ao **Dr José Renato Nalini, Desembargador e Presidente do Tribunal de Justiça de SP (TJ/SP)** por gentilmente aceitar compor a banca examinadora desta tese. Agradeço pelo apoio e pelas palavras de incentivo, além de minha admiração pelo exímio e

competente trabalho desenvolvido na área de Direito Ambiental no Tribunal de Justiça de SP e pela promoção da ética no Poder Judiciário Brasileiro.

Ao **Prof Dr Marco Antônio Bueno Filho (UFABC)** pelo esclarecimento de dúvidas sobre os mapas mentais.

A **Profª Drª Lucia Helena Sasseron (FEUSP)** pelo esclarecimento de dúvidas sobre indicadores.

Ao **Prof Dr Devair Aparecido Arrabaça (FEI/SBC)** por gentilmente me receber e esclarecer dúvidas sobre o Ensino de Engenharia.

A **Profª Drª Adelaide Faljoni-Alário (UFABC)** por me receber e esclarecer dúvidas sobre interdisciplinaridade e Ensino Superior.

Ao **Prof Dr Claudio Luis de Camargo Penteado (UFABC)** de quem fui aluna, por me inspirar a trilhar pela temática ambiental abordada tese e por suas aulas que sempre privilegiaram o diálogo na construção do conhecimento, das quais tenho imensa saudade.

Aos professores doutores **Robert Sternberg** (Tufts University/ Oklahoma State University-USA), **Robert Ennis** (University of Illinois - USA), **Ole Skvovmose** (University of Aalborg – Dinamarca), **Roberto Crema** (UNIPAZ), **Ana Amélia Amorim Carvalho** (Universidade do Minho – Portugal), **Maria João Afonso** (Universidade de Lisboa – Portugal), **Maria Isabel Mendonça Orega** (Universidade do Algarve – Portugal), **Luís Francisco Pedro** (Universidade de Aveiro – Portugal), **Henry Pollak** (Columbia University – USA), **Rita Borromeo Ferri** (Universität Kassel), **Milton Rosa** (UFOP), **Daniel Clark Orey** (UFOP) pelo esclarecimento de dúvidas sobre transdisciplinaridade, modelagem matemática, etnomodelagem e flexibilidade cognitiva, e pelo envio de artigos e recomendação de leituras.

Ao **Prof Dr José Geraldo de Sousa Jr (UnB)** pelas indicações de leitura sobre o Direito Achado na Rua e sobre as ideias de Roberto Lyra Filho. Fica minha admiração

pelo trabalho singular no campo jurídico e pela contribuição ímpar ao Ensino Superior Brasileiro na concepção do Sinaes.

A **Profª Drª Gabriela Neves Delgado (UnB)** e a todos os docentes, funcionários e alunos do Curso de Direito da Universidade de Brasília por zelar pela qualidade do ensino jurídico e promover ações cidadãs junto ao Núcleo de Prática Jurídica em Ceilândia (DF).

Ao **Prof Dr Mauricio Godinho Delgado (Ministro do TST)** pelos livros doados para estudos em Direito do Trabalho e por representar para mim uma referência na área de Direito Trabalhista.

Ao **Dr. Guilherme Purvin** pela gentileza em me receber e esclarecer dúvidas na área de Direito Ambiental.

Ao **Dr Clayton Reis (magistrado)** pela solicitude ao esclarecer dúvidas jurídicas e pela concessão da entrevista, bem como pelo trabalho pioneiro com a modelagem matemática do valor do dano moral, que abrirá fronteiras para novos conhecimentos.

Aos Doutores **Thiago Felipe de Souza Avanci (advogado/ OAB-SP)** e **Christiany Pegorare Conte (advogada/ OAB-SP)** pela entrevista que concederam e que contribuiu valiosamente para esta tese.

Ao **Dr Rogério Emílio Andrade (Advocacia Geral da União)** por compartilharmos as missões pela Educação Brasileira e inquietudes docentes e ao **Dr Cildo Giolo Jr (advogado/ OAB-SP)** pela amizade e parceria em artigos jurídicos.

Ao **Prof Gilberto** e à **Profa Pedrita** pelos relatos que certamente marcaram minha vida, servirão de exemplo para muitas pessoas e pela amizade.

Ao **Prof Dr Marcelo Gleiser (Dartmouth College – USA)** de quem fui aluna, pelos ensinamentos, pelo costumeiro incentivo, por sua exímia contribuição à divulgação científica, e a **todos os pesquisadores da área de Física de Partículas** pelo admirável trabalho que vêm realizando para desvendar os segredos desse nosso Universo Elegante,

e a todos **os pesquisadores da área de Ensino de Física** pelo empenho contínuo em melhorar a qualidade do Ensino de Física no Brasil.

Aos **professores do Ensino Fundamental I** responsáveis por minha alfabetização e a quem agradeço eternamente por terem dedicado a vida a contribuir para a formação acadêmica e humana: Seu Nereu (1ª série), Dona Ivone Pereira (2ª e 3ª série) e Dona Elza (4ª série). Àqueles que deram continuidade ao trabalho realizado pelos professores do Ensino Fundamental I, a quem devo a oportunidade única de desenvolver a criticidade, o espírito cidadão, o raciocínio lógico, o interesse por Ciências Naturais e por leitura: Profª Ivone Messagi Gomes (Ciências), Profª Nadia P. Rother (Geografia), Prof Olindo Torquato (Língua Portuguesa), Prof Nivaldo (Matemática), Prof Silas (Inglês) e Profª Maria Odete (Educação Física – *in memoriam*). E aos professores do Curso de Magistério (Antigo Normal) que me ensinaram a manter o meu ideal de educadora vivo apesar de todas as adversidades pelas quais a Educação Brasileira passa: Dona Inacinha (Didática), Dona Rosa Hanashiro (História da Educação) e Profª Rina Ap. Trolise (Psicologia).

Ao **Prof Msc Keiji Nakamura** pelo admirável trabalho realizado com a formação de professores de Matemática no Vale do Ribeira.

A **todos os meus professores da graduação em Matemática**, especialmente os professores **Manoel Pedro, Manoel Carlos, Dona Grácia, Profª Annie, Prof Paulinho**, por contribuírem para minha formação docente.

A **todos os meus professores da graduação em Direito**, especialmente aos Doutores **Eddy Steiner Leite** (Processo Penal), **Elianne Maria Meira Rosa** (Direito Internacional), **Ligia Bonete Prestes** (Direito do Trabalho) e **Viviane Coêlho de Séllos-Knoerr** (Direito Constitucional).

Aos amigos **Wagner Morrone (UNICSUL), Nadja S. Magalhães (UNIFESP), José Abel Hoyos Neto (USP/São Carlos), Dimas Dias Pinto (STJ), Paulo Vestim Grande (advogado/ OAB-SP)**, Fabian, Sonny e Sylvia Simpson (USA) pela amizade que atravessa o tempo. A **Luciana e Sílvia** pelas orientações que contribuíram para meu

aprimoramento pessoal nesta jornada terrena. A **Rosa Maria Bandoni** pela amizade e pelo auxílio nas traduções de textos do referencial teórico desta tese.

Ao **Caio S. Boracini** pela amizade e pelo capricho no layout do material do Curso de Formação Profissional e Acadêmica e à **Janaína S. Boracini**, **Mayra Hidemi** e **Victor C. Borghi** pela participação na narração do filme didático que compõe o material instrucional do Curso, objeto de análise nesta tese.

À **família Noronha** e à **família Jardim** por me receberem sempre com carinho e pelo apoio em todos os momentos. A todos àqueles que me acolheram naquele momento da passagem de minha mãe para a vida eterna, minha gratidão pela solidariedade e pelo respeito por mim mãe.

Às **vozes da música brasileira e mundial** que compuseram a trilha sonora eclética que embalou os dias que redigi o texto desta tese: **Cindy Lauper**, **Nat King Cole**, **Michael Bubl **, **Luis Miguel**, **Michael Mc Donald**, **Christopher Cross**, **Diana Krall**, **Whitney Houston**, **Iron Maiden**, **Metallica**, **Rod Stewart**, **Coldplay**, **Maroon 5**, **Stevie Wonder**, **Capital Inicial**, **Paralamas do Sucesso**, **Titãs**, **Diogo Nogueira**, **Sérgio Reis**, **Renato Teixeira**, **Chit ozinho** e **Xoror **, **Gonzaga**, **Tom Jobim**, **Maria Rita**, **Banda Onze e Vinte**, **Dire Straits**, **Frank Sinatra**, **Rita Ora**, **Adele**, **Djavan**, **Guilherme Arantes**, **Flavio Venturini**, entre outros, esplendorosos artistas que por meio de sua música trazem leveza   nossa alma.

* s Institui es e aos alunos:*

A **Universidade de São Paulo (USP)** e   **Faculdade de Educa o (FEUSP)** por me receberem como aluna e pela oportunidade ímpar de conceber esta tese. A todos os funcionários da Secretaria de Pós Gradua o da FEUSP pela solicitude e a todos os funcionários do Comitê de  tica na Pesquisa da FEUSP por zelarem pela  tica na condu o das pesquisas na área de Educa o.

Ao **Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP)**, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos em física experimental e laboratório didático.

Ao **Instituto de Física Gleb Wataghin (UNICAMP)** pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos em Física de Partículas.

A **Universidade Federal do ABC (UFABC)** pela oportunidade de aprender com os seus docentes.

Ao **Ministério da Educação (MEC)** e ao **INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira)** por me proporcionarem contribuir para melhoria do Ensino Jurídico Brasileiro por meio das avaliações.

A **OAB/SP** pelo exímio trabalho realizado na defesa dos direitos dos cidadãos.

À **Comissão de Direito Processual do Trabalho da OAB/SP** da qual sou membro, pelos trabalhos relevantes na área de Direito do Trabalho.

Aos **Coordenadores da Instituição de Ensino Superior** pela autorização para realização desta pesquisa.

Aos **alunos do Curso de Engenharia Ambiental** que participaram da pesquisa cuja colaboração foi essencial. Desejo-lhes uma caminhada brilhante na área de Engenharia Ambiental e um olhar sempre atento para a sustentabilidade.

A **todos os meus alunos** com os quais pude aprender e também tive o privilégio de ensinar.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.



## HOMENAGEM ESPECIAL

A todos os professores comprometidos que atuam na Educação Básica, responsáveis por alfabetizar, ensinar as primeiras letras e números, os valores humanos e a cidadania, conduzindo a formação inicial que faz florescer profissionais em todas as áreas do conhecimento. Àqueles que realizam um trabalho sério formando as futuras gerações merecem nosso eterno respeito e valorização.



Profª Jocira M. de Oliveira Lozada com seus alunos do Ensino Fundamental durante desfile escolar na década de 70. (Acervo pessoal da autora da tese)

*A Paz Total depende essencialmente de cada indivíduo se conhecer e se integrar na sua sociedade, na humanidade, na Natureza e no cosmos. Ao longo da existência de cada um de nós pode-se apreender Matemática, mas não se pode perder o conhecimento de si próprio e criar barreiras entre indivíduos e os outros, entre indivíduos e a sociedade, e gerar hábitos de desconfiança do outro, de descrença na sociedade, de desrespeito e de ignorância pela humanidade que é uma só, pela Natureza que é comum a todos e pelo Universo como um todo.*

*Ubiratan D'Ambrósio (Educador Matemático)*

**LOZADA, C. O. Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela Matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos bacharelados em Engenharia Ambiental. 2013. 362 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.**

## **RESUMO**

Esta tese tem como objetivo central investigar como a flexibilidade cognitiva se opera no processo de elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas em domínios complexos ou mal estruturados com enfoque transdisciplinar e que conhecimentos matemáticos podem ser mobilizados. Para tanto, uma pesquisa qualitativa foi realizada com bacharelados do 1º semestre do Curso de Engenharia Ambiental de uma Instituição Particular de Ensino Superior, localizada no município de São Paulo (SP), durante um Curso de Formação Acadêmica e Profissional. A fundamentação teórica está embasada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Spiro e colaboradores (1988, 1992, 2003) e nas ideias de Robert (1987) sobre níveis de funcionamento de conhecimentos matemáticos. Em relação à Modelagem Matemática, primordialmente nos embasamos nas concepções de D'Ambrosio (1986, 1996, 2009, 2013) sustentadas pelas ideias de Barbosa (2001, 2002, 2003, 2004) e Bassanezi (1994, 2002), entre outros. Para análise da flexibilidade cognitiva foram elaborados indicadores com base nos trabalhos de Sternberg (1985, 1988, 1993, 2000, 2005) sobre a Teoria Triárquica da Inteligência e de Ennis (1991, 1993, 1996, 2011) sobre pensamento crítico. Os resultados demonstram que o grupo de alunos pesquisado apresenta dificuldades em mobilizar os conhecimentos intramatemáticos na modelagem matemática de relações jurídicas, provavelmente decorrente de falhas na assimilação de conteúdos matemáticos ao longo de sua formação escolar. Identificamos ainda dificuldades em relacionar a linguagem materna com a linguagem algébrica na elaboração dos modelos matemáticos, bem como na validação dos modelos matemáticos. No entanto, apresentaram indícios favoráveis ao pensamento criativo, prático e crítico, o que favorece consideravelmente a flexibilidade cognitiva e o desenvolvimento de habilidades para se lidar com situações novas em domínios complexos ou mal estruturados. Assim, consideramos o resultado dessa pesquisa satisfatório com relação ao nível introdutório, pois o grupo de alunos pesquisado apresentou indícios de flexibilidade cognitiva durante o processo de modelagem, sendo necessário favorecer a promoção de outras atividades com enfoque transdisciplinar que possibilitem o avanço no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, sobretudo em relação ao pensamento analítico que se refere à abstração.

**Palavras-Chave:** Modelagem Matemática. Educação Matemática Crítica. Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Transdisciplinaridade. Ensino de Engenharia. Direito Ambiental.

**LOZADA, C. O. Environmental Law: legal relationships modelled by mathematics aiming at critical and citizen professional education of Environmental Engineering students. 2013. 362 f. Thesis (PhD) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.**

## **ABSTRACT**

This thesis main objective is to investigate how cognitive flexibility operates in the elaboration process of legal relationships mathematical models in complex or ill-structured domains with a transdisciplinary view and which kind of mathematical knowledge can be mobilized. Therefore, during a course of Academic and Vocational training, a study was conducted with 1st semester students of Environmental Engineering of a private higher education institution, located in the São Paulo City SP). The theoretical foundation is based in Spiro and Colleagues Cognitive Flexibility Theory (1988, 1992, 2003) and in the ideas of Robert (1987) on the working levels of mathematical knowledge. Regarding Mathematical Modelling we have initially based ourselves in conceptions of D' Ambrosio (1986, 1996, 2009, 2013) supported by the ideas of Barbosa (2001, 2002, 2003, 2004) and Bassanezi (1994, 2002), among others. Indicators have been developed, to analyze Cognitive Flexibility, based on Sternberg works (1985, 1988, 1993, 2000, 2005) of the Triarchic Theory of Intelligence and of Ennis (1991, 1993, 1996, 2011) on critical thinking. The results have demonstrated that the researched group of students presented difficulties on mobilizing the intra-mathematical knowledge in the mathematical modeling of legal relationships, probably due to fails in the assimilation of mathematical content during their education. We could also identify students difficulties in relating their mother language with the algebraic language in the elaboration of mathematical models as well as in their validation. However, the students have presented favorable signs to creative, practical and critical thought which considerably favours cognitive flexibility and the development of skills to deal with new situations in complex or ill-structured domains. Thus, we consider the results of this research satisfactory regarding the introductory level, as the researched group of students have shown signs of cognitive flexibility during the modeling process. So we have found that promotion of other activities with a transdisciplinary approach should be favoured to enable to students an advancement to develop cognitive flexibility, particularly with relation to analytical thinking which refers to the abstraction.

**Keywords:** Mathematical Modelling. Critical Mathematics Education. Cognitive Flexibility Theory. Transdisciplinarity. Engineering Education. Environmental Law.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Especialização em Matemática Aplicada
- Figura 2** GT da MM no III SIPEM
- Figura 3** Cursos de Graduação mais procurados (2000-2011)
- Figura 4** Relação entre as teorias
- Figura 5** Prof Ubiratan D'Ambrosio com sua filha Beatriz D'Ambrosio e amigos durante o ICEm-4
- Figura 6** D'Ambrósio em 1981 com colegas
- Figura 7** Prof Ubiratan e Prof Bassanezi durante o 16<sup>th</sup> International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications em Blumenau, 2013
- Figura 8** Modelagem Matemática: exercício proposto pelo Prof Ubiratan aos seus alunos da Unicamp na disciplina Cálculo Numérico
- Figura 9** Curso de Especialização “Modelagem Matemática em Ensino Aprendizagem” da UFABC
- Figura 10** Ubiratan D'Ambrosio, Basarab Nicolescu e Santiago Genoves
- Figura 11** Prof Ubiratan em sua biblioteca
- Figura 12** Michel Random, Ubiratan D'Ambrosio e Edgar Morin
- Figura 13** Ubiratan como Professor da turma da 4<sup>a</sup> série, no pátio do Colégio
- Figura 14** Prof Ubiratan com Paulo Freire em 1996
- Figura 15** Com o Prof Henry Pollack (Columbia University - USA) e proferindo palestra na abertura do 16<sup>th</sup> ICTMA em 2013
- Figura 16** Prof Ubiratan no CIAEM em 2011
- Figura 17** Exemplo de composição da tarifa de ônibus
- Figura 18** Roberto Lyra Filho na Faculdade de Direito do RJ em 1949 e na década de 80
- Figura 19** Banca de defesa de dissertação de Mestrado de José Geraldo de Sousa Jr na UnB em 1981. À direita, o orientador Roberto Lyra Filho
- Figura 20** D'Ambrosio com Robert Yager (Diretor do Center for Science Education – University of Iowa) em fevereiro de 1981, mostrando o esquema de interação do indivíduo com a realidade
- Figura 21** Intermediações criadas pelo Homem (D'Ambrosio, 1999)
- Figura 22** Ciclo de Modelagem proposto por D'Ambrósio
- Figura 23** Modelos como estratégia de conhecimento

- Figura 24** Realidade e estrutura de poder
- Figura 25** Ciclo de Modelagem definido por Stewart (2006)
- Figura 26** Ciclo de Modelagem proposto por Bassanezi
- Figura 27** Ciclo de Modelagem proposto por Biembengut e Hein
- Figura 28** Ciclo de Modelagem proposto por Burak
- Figura 29** Ciclo de Modelagem Matemática em ambiente webquest
- Figura 30** Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Gómez i Urgellés
- Figura 31** Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Stillman et al
- Figura 32** Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Blomhøj e Jensen
- Figura 33** Ciclo de MM desenvolvido por Perrenet e Zwaneveld
- Figura 34** Modelo matemático para o cálculo do dano moral
- Figura 35** Fórmula para calcular o valor da indenização
- Figura 36** Ciclo de MM de relações jurídicas
- Figura 37** Mapa conceitual dos conhecimentos matemáticos e extramatemáticos em MM
- Figura 38** Os saberes e a transposição didática sob o enfoque da TFC segundo Lozada
- Figura 39** Flexibilidade Cognitiva e o uso dos casos nos domínios mal estruturados
- Figura 40** Avaliação do Curso de Engenharia Ambiental
- Figura 41** Principal contribuição do Curso
- Figura 42** Notas do ENADE - Engenharia Ambiental
- Figura 43** Notas do CPC - Engenharia Ambiental
- Figura 44** Design do Material Instrucional
- Figura 45** Cartilha com o mascote e os personagens
- Figura 46** Kit instrucional e páginas da apostila do Curso

- Figura 47**      **Produtos gerados: cartilha, cd-rom, logo e filme de animação**
- Figura 48**      **Alunos do Curso discutindo e analisando os casos**
- Figura 49**      **Matriz Temática: Arquitetura de Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC**
- Figura 50**      **Percursos de Aprendizagem na TFC aplicada à MM de relações jurídicas**
- Figura 51**      **Alunos do Curso realizando as atividades**
- Figura 52**      **Cálculo da quantidade de decibéis**
- Figura 53**      **Emprego do logaritmo no cálculo de ruídos**
- Figura 54**      **Diferença entre modelos matemáticos que medem nível sonoro**
- Figura 55**      **Alunos do Curso durante a Palestra 1**
- Figura 56**      **Alunos jogando o Jogo Eco Estratégia**
- Figura 57**      **Alunos do Curso durante a Palestra 2**
- Figura 58**      **Mapa mental elaborado no início do Curso**
- Figura 59**      **Mapas mentais elaborados ao final do Curso**
- Figura 60**      **A importância dos casos na compreensão do conceito de poluição sonora**
- Figura 61**      **Modelo matemático 1**
- Figura 62**      **Modelo matemático 2**
- Figura 63**      **Modelo matemático 3**
- Figura 64**      **Modelo matemático 4**
- Figura 65**      **Modelo matemático 5**
- Figura 66**      **Modelo matemático 6**
- Figura 67**      **Modelo matemático 7**

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

<b>Quadro 1</b>	<b>Concepções de MM</b>
<b>Quadro 2</b>	<b>Classificação revista das perspectivas atuais em MM</b>
<b>Quadro 3</b>	<b>Delineamentos da MM no contexto da TFC</b>
<b>Quadro 4</b>	<b>Paradigmas de práticas de sala de aula</b>
<b>Quadro 5</b>	<b>Estrutura do Curso de Formação Profissional e Acadêmica</b>
<b>Quadro 6</b>	<b>Travessia Temática Predefinida por Mini Casos</b>
<b>Quadro 7</b>	<b>Descrição da Aula 1</b>
<b>Quadro 8</b>	<b>Descrição da Aula 2</b>
<b>Quadro 9</b>	<b>Descrição da Aula 3</b>
<b>Quadro 10</b>	<b>Descrição da Aula 4</b>
<b>Quadro 11</b>	<b>Descrição da Aula 5</b>
<b>Quadro 12</b>	<b>Descrição da Aula 6</b>
<b>Quadro 13</b>	<b>Descrição da Aula 7</b>
<b>Quadro 14</b>	<b>Descrição da Aula 8</b>
<b>Quadro 15</b>	<b>Indicadores de Flexibilidade Cognitiva para a estruturação do pensamento em um ambiente de modelagem matemática de relações jurídicas</b>
<b>Quadro 16</b>	<b>Escala de Intensidade para verificação de indícios de FC</b>
<b>Tabela 1</b>	<b>Porcentagem de aprovação por curso</b>
<b>Tabela 2</b>	<b>Reajuste de tarifa de ônibus</b>
<b>Tabela 3</b>	<b>Porcentagem dos estilos de aprendizagem</b>
<b>Tabela 4</b>	<b>Cálculo do dano moral</b>



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>CF/88</b>	<b>Constituição Federal de 1988</b>
<b>CNMEM</b>	<b>Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática</b>
<b>CREMM</b>	<b>Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino</b>
<b>CTSA</b>	<b>Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente</b>
<b>CPC</b>	<b>Conceito Preliminar do Curso</b>
<b>EF</b>	<b>Ensino Fundamental</b>
<b>EM</b>	<b>Ensino Médio</b>
<b>FC</b>	<b>Flexibilidade Cognitiva</b>
<b>GT</b>	<b>Grupo de Trabalho</b>
<b>IES</b>	<b>Instituição de Ensino Superior</b>
<b>IMECC</b>	<b>Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica</b>
<b>ENADE</b>	<b>Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes</b>
<b>IDD</b>	<b>Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado</b>
<b>INEP</b>	<b>Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira</b>
<b>MM</b>	<b>Modelagem Matemática</b>
<b>MEC</b>	<b>Ministério de Educação e Cultura</b>
<b>NR</b>	<b>Norma Regulamentadora</b>
<b>OAB</b>	<b>Ordem dos Advogados do Brasil</b>
<b>PCN</b>	<b>Parâmetros Curriculares Nacionais</b>
<b>PISA</b>	<b>Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes</b>
<b>SINAES</b>	<b>Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior</b>
<b>SIPEM</b>	<b>Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática</b>
<b>TFC</b>	<b>Teoria da Flexibilidade Cognitiva</b>
<b>TLCE</b>	<b>Termo de Livre Consentimento Esclarecido</b>
<b>UFABC</b>	<b>Universidade Federal do ABC</b>
<b>UFBA</b>	<b>Universidade Federal da Bahia</b>
<b>UNB</b>	<b>Universidade de Brasília</b>
<b>UNICAMP</b>	<b>Universidade Estadual de Campinas</b>
<b>USP</b>	<b>Universidade de São Paulo</b>

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....</b>	<b>28</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>Leis físicas, leis matemáticas, leis humanas, leis da Natureza, leis divinas... num Universo elegante!.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1 OS PRESSUPOSTOS DA PESQUISA.....</b>	<b>42</b>
<b>1 Caminhos e estórias de quem gosta de ensinar: meu encontro com a Modelagem Matemática e com o Direito Achado na Rua.....</b>	<b>42</b>
<b>1.1. Céu do Brasil e um destino: reencontrando jequitibás.....</b>	<b>48</b>
<b>1.2 Relevância e justificativa do tema de pesquisa.....</b>	<b>57</b>
<b>1.3 A questão de pesquisa e suas hipóteses.....</b>	<b>69</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>70</b>
<b>1.4.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>70</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>71</b>
<b>1.5 Metodologia e Procedimentos de Pesquisa.....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>76</b>
<b>2.1 Ubiratan D´Ambrósio: precursor da Modelagem Matemática no Brasil</b>	<b>76</b>
<b>2.2 Transdisciplinaridade: por um conhecimento uno</b>	<b>90</b>
<b>2.3 Educação Matemática Crítica e a questão da cidadania: as ideias de Skovsmose</b>	<b>96</b>
<b>2.4 A Constituição Cidadã de 1998 e o Direito Achado na Rua</b>	<b>110</b>
<b>2.5 O Direito Ambiental: um tema além das fronteiras entre as áreas do conhecimento</b>	<b>120</b>
<b>2.6 A concepção de Modelagem Matemática segundo Ubiratan D´Ambrosio</b>	<b>125</b>
<b>2.7 As concepções e a prática da Modelagem Matemática em sala de aula</b>	<b>134</b>
<b>2.8 As Perspectivas da Modelagem Matemáticas: novas abordagens</b>	<b>146</b>
<b>2.9 Modelagem Matemática: delineamentos e estrutura dos ciclos</b>	<b>149</b>

2.10	Modelagem Matemática e sua relação com os estilos de pensamento matemático, hábitos de pensamento e competências matemáticas	162
2.11	Apontamentos sobre a Modelagem Matemática de relações jurídicas: algumas controvérsias	169
2.12	Proposta de um ciclo de Modelagem Matemática de relações jurídicas	175
2.13	Níveis de funcionamento dos conhecimentos matemáticos dos alunos e outros apontamentos	177
2.14	A Teoria da Flexibilidade Cognitiva	185

### **CAPÍTULO 3**

3	<b>A PESQUISA QUALITATIVA: UM CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO SOBRE O CICLO DE MODELAGEM MATEMÁTICA DE RELAÇÕES JURÍDICAS</b>	192
3.1	O Curso de Engenharia Ambiental no Brasil	192
3.1.1	O desempenho dos alunos de Engenharia Ambiental no Enade	195
3.2	Caracterização do contexto de investigação	201
3.3	Caracterização dos sujeitos de pesquisa	202
3.4	Escolhas didáticas: o tema norteador do Curso de Formação Profissional e Acadêmica e o material instrucional	208
3.5	Caracterização do cenário de investigação: o Curso de Formação Profissional e Acadêmica e a Arquitetura de um Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC	211
3.5.1	Descrição das aulas do Módulo 1 do Curso: Nível Introdutório da TFC	221
3.6	Análise do Questionário Intermediário	239
3.7	Os indicadores de estruturação do pensamento durante o ciclo de MM de uma relação jurídica: as ideias de Sternberg e Ennis	248
3.8	Análise dos modelos matemáticos elaborados pelos alunos	259
3.9	Análise do Questionário a Posteriori	289
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>296</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>309</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>340</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>345</b>

## *Apresentação do trabalho*

Esta tese se caracteriza como um trabalho de pesquisa que procurou envolver precipuamente duas áreas do conhecimento por meio da Modelagem Matemática: a Educação Matemática e o Direito. Aparentemente, diametralmente opostas e sem apresentar “nenhuma relação” aos olhos mais simplistas, estas áreas se entrelaçam por meio de decisões instituídas no seio da sociedade e exercem grande influência no destino das questões sociais e conseqüentemente na vida dos cidadãos. Tendo como foco o Direito Ambiental, procuramos resgatar a visão transdisciplinar, lembrando a necessidade de termos uma postura crítica e reflexiva sobre o conhecimento e uma consciência de preservarmos o Planeta onde habitamos, passando a ter uma visão do todo e da interdependência entre os povos. Banhados nas águas da complexidade, iniciamos esta jornada, falando de leis e suas diversas acepções, múltiplos horizontes para uma aurora cintilante na sociedade tecnológica que instiga a pensar e olhar diferente sobre a produção do conhecimento, se amparando na flexibilidade cognitiva e na capacidade de adaptação dos indivíduos à pluralidade de contextos e situações. Numa narrativa singular, o texto inaugural, entre olhares, se ampara na sensibilidade captada pelos olhos da autora sobre suas vivências e experiências no universo da Educação, para despertar o olhar da pesquisadora, que analisa com parâmetros fundamentados em referenciais teóricos, os delineamentos subjacentes da pesquisa. Assim, deixa-se para a área de Educação Matemática sementes que façam brotar novos horizontes sobre a Modelagem Matemática no contexto jurídico, suas implicações, relevância e impactos para o processo ensino-aprendizagem, para a produção de saberes matemáticos e jurídicos, para formação profissional e para compreensão do papel da Matemática na sociedade e em outras áreas do conhecimento.

## Introdução

De onde viemos? Aonde vamos?  
Viajemos e compreendamos nosso destino (...)  
Na era dos computadores, temos mais ideias e sonhos.  
Agora estamos diante do desafio do amanhã.  
Com o aumento do conhecimento e da tecnologia,  
Nós mudamos nossas vidas e nossos mundos.  
Dos confins do espaço às profundezas do mar,  
Nós construímos numa vasta rede eletrônica (...)  
(Pierre Badin)

A sociedade tecnológica tem imposto naturalmente aos jovens o compromisso de desenvolver múltiplas habilidades e conectar-se com todas as partes do mundo independente do idioma que se fala. Assim, a internet estabeleceu uma cultura e forma de comunicação digital na qual a língua não é um fator que impede a troca de experiências, conhecimentos e informações. A própria educação tem migrado gradualmente para as plataformas virtuais com investimentos em massa pelas instituições de ensino, sobretudo, as de nível superior, mas a sala de aula com a habitual lousa e a figura do professor são atemporais e ainda permanecem lotadas em todas as partes do mundo, embora tenhamos plena consciência de que nos últimos anos os estudantes tenham vivenciado por meio do universo virtual a autoaprendizagem sem o vínculo institucional e formalizado.

Por conseguinte, o Homem já não pensa e nem raciocina da mesma forma, pois consegue processar milhares de informações por segundo e executar simultaneamente diversas tarefas. O que se vê é praticamente uma “parceria cognitiva com as máquinas” (DOMINGUES e REATEGUI, 2005) onde todas as emoções momentâneas podem ser captadas pelas lentes num celular e em microssegundos divididas com o mundo inteiro. É a magia da tecnologia que nos envolve, fascina e nos hipnotiza, numa viagem sem sair do lugar.

Essa atmosfera inebriante provocou uma mudança no perfil profissional exigido pelas empresas; hoje são valorizados indivíduos que sejam proativos, criativos, resilientes, que tenham capacidade de adaptação, disposição para se tornarem líderes, e

estejam aptos a engajar-se na realização atividades voltadas para a responsabilidade socioambiental e para o trabalho voluntário.

E que habilidades esses cidadãos planetários e cada vez mais tecnológicos precisam desenvolver? O que ainda resta aprender? Que competências são necessárias se desenvolver para lidar com situações complexas e imprevisíveis?

Embora essas mudanças sejam evidentes, ainda prevalece a práxis ortodoxa de um ensino fragmentado e que pouco capacita os alunos a enxergarem as relações entre as áreas do conhecimento, distanciando-os da visão do todo e isolando-os com a visão unilateral das partes. Esse movimento isolacionista de partir-se cada vez mais em unidades menores trouxe consequências não só para o campo do saber, mas também causou depreciação das relações interpessoais e com a Natureza. Enquanto a tecnologia evolui assombrosamente, nossa existência terrena se vê ameaçada, sobrepujada pela ganância econômico-política que explora avidamente os recursos naturais, sem medir as consequências que nos esperam como secas, tufões, furacões, calor excessivo, enchentes (...) Leff (2010, p. 97) reitera que a crise ambiental deriva da crise no campo do conhecimento:

A crise ambiental é, portanto, um problema do conhecimento, das formas de conhecimento com as quais construímos a civilização moderna em transição para uma certa pós-modernidade e das formas como destruimos a Natureza, degradamos os ecossistemas e contaminamos o ambiente, ao mesmo tempo subjugamos os saberes que foram sendo construídos no processo de coevolução das culturas com suas naturezas, com seus territórios e seus mundos de vida.

Portanto, ainda não há uma Elysium<sup>1</sup> para habitar, e mesmo se tivéssemos também seria um lugar que deveríamos preservar, pois ainda não temos condições de sermos nômades na imensidão deste Universo. Temos que cuidar do Planeta que habitamos e reverter os resultados negativos de nossas ingerências no Meio Ambiente a fim de continuarmos nossa história. É por conta disso, que as escolas de Educação Básica da maioria dos países vêm adotando para o Ensino de Ciências uma concepção baseada no enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), para que

---

<sup>1</sup> Nos referimos ao filme *Elysium* que esteve em cartaz em 2013. O filme situa-se em 2154, época em que “ mundo é dividido entre dois grupos: o primeiro, riquíssimo, mora na estação espacial Elysium, enquanto o segundo, pobre, vive na Terra, repleta de pessoas e em grande decadência. Por um lado, a secretária do governo Rhodes faz de tudo para preservar o estilo de vida luxuoso de Elysium, por outro, um pobre cidadão da Terra (Matt Damon) tenta um plano ousado para trazer de volta a igualdade entre as pessoas.”(extraído do site **Adoro Cinema**: Disponível em: <http://www.adorocinema.com/filmes/filme-182991/>. Acesso em: 29 out. 2013)

os alunos desde pequenos, tenham consciência dos impactos gerados pela evolução tecnológica para a sociedade e para o Meio Ambiente.

Devemos perceber que a essência, o todo, o *holos*, se perderam no emaranhado de milhares de fibras ópticas que conectam os internautas em rede no mundo todo. Nessa aldeia global, temos micromundos aparentemente “independentes” que nos fazem recordar dos feudos da Idade Média, dando uma falsa ideia de autossuficiência e criando suas próprias realidades ou talvez distorcendo a realidade favoravelmente aos propósitos imediatos de grupos que gerenciam os poderes instituídos por meio de diversos mecanismos, inclusive matemáticos:

*“Aceitamos a realidade do mundo no qual estamos presentes.” “(...) - Nada foi real? - Você era real. Por isso gostam de assisti-lo.” (...) “Lá fora, a verdade é igual... a do mundo que criei para você. As mesmas mentiras. As mesmas decepções.”* (diálogos do filme “Show de Truman” – 2007<sup>2</sup>).

A evolução tecnológica parece que nos tornou sujeitos acríticos, incapazes de refletir sobre as diversas realidades que nos cercam, somos governados por padrões míticos e que restringem nossas ações para que possamos mudar os nossos horizontes. Estaríamos aprisionados na própria rede que construímos?

Então, diante desse panorama, o que podemos fazer? Quando as crises se apresentam, é o momento decisivo para as rupturas ocorrerem, como bem nos lembra Thomas Kuhn. E seria a transdisciplinaridade o motor propulsor dessa ruptura? (DESTÁCIO, 2007). Talvez a resposta esteja no mundo tecnológico que parece nos exilar.

Em 1984, a Apple, empresa americana, contratou o cineasta Ridley Scott para dirigir a campanha publicitária de lançamento do Macintosh. O roteiro da campanha foi baseado no livro “1984” do escritor britânico George Orwell que foi publicado em 1949. Num cenário fictício pós-guerra, denominado de Oceania, reinava soberano o Grande Irmão, que impunha vigilância constante aos cidadãos, encarregando-se de controlar a privacidade e os pensamentos das pessoas, por meio da inserção diária de dogmas, em longos discursos transmitidos à população. Aqueles que pensassem de modo diferente ou se opusessem ao sistema eram severamente punidos.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.sinopse365.com/2011/08/filme-75-o-show-de-truman-o-show-da.html>. Acesso em: 29 out. 2013.

Direitos não existiam, prevaleciam as normas ditadas pelo Grande Irmão. Essa ideia norteou a campanha da Apple, intitulada “1984” na qual homens sentados estavam ouvindo mais um discurso do Grande Irmão:

*“Hoje celebramos o primeiro glorioso aniversário da Diretiva de Purificação da Informação. Nós criamos pela primeira vez na história, um jardim de pura ideologia, onde cada trabalhador poderá florescer, longe das pestes que causam pensamentos contraditórios. A unificação de pensamentos é uma arma mais potente do que qualquer frota ou exército na Terra. Somos um povo único, com um desejo único, uma revolução, uma causa! Nossos inimigos falarão até a morte, e nós os enterraremos em suas próprias confusões. Nós venceremos!”*

Ao longo do discurso, uma atleta com um martelo em mãos corre em direção à tela que transmite as palavras do Grande Irmão, enquanto soldados a perseguem. Já diante da tela, ao final do discurso, a atleta arremessa o martelo e assim destrói a imagem do soberano ditador. A Apple tentou mostrar que o lançamento do Macintosh faria o ano de 1984 ser diferente do “1984”<sup>3</sup>, obra de George Orwell.

Como naquela campanha publicitária, é preciso desfazer as amarras que nos prendem a uma maneira de pensar e agir, rompendo com velhos dogmas e padrões. A sociedade tecnológica tem exigido esforços sobre-humanos, mas precisamos resgatar a autonomia de construir o conhecimento e de nos relacionarmos com o outro e a Natureza dentro de um contexto de equilíbrio e de unicidade, que nos permita ver as partes e o todo, como nos advertiu Morin (2011), para que possamos refletir, criticar, interferir e modificar a realidade, empreender e inovar, nos adaptando às novas exigências que a modernidade vem nos impondo. Diante desse desafio, apresentamos esta tese, cuja jornada se inicia de uma maneira bem lírica apresentando as leis que nos regem nesse magnífico Universo modelado belamente pela linguagem matemática.

---

<sup>3</sup> Na época a principal rival da Apple era a IBM. E a personalidade que inspirou George Orwell para compor o Grande Irmão foi o ditador russo Stalin.



## **Leis físicas, leis matemáticas, leis humanas, leis da Natureza, leis divinas... num Universo elegante!**

### *Leis divinas*

#### *Novamente... num inverno....*

Não há céu mais azul que este e nem árvores tão lindas quanto estas... o Sol aqui é mais radiante e parece sorrir a cada manhã, mesmo nos dias de inverno quando aparece tímido, não deixa de nos visitar. A melodia afinada dos passarinhos começa logo cedo e as tradições religiosas movimentam toda essa gente... salve a bandeira do Divino<sup>4</sup>...

Da janela da sala, por muitos anos vi a casa da montanha, como um quadro pintado por Di Cavalcanti, com cores fortes, intensas, vivas e fiéis à Natureza. A casa da montanha ainda está lá, mas um pequeno prédio comercial encobriu a vista, assim como devastou o pé de jabuticabeira. Crueldade! Mas, com poucos passos até a calçada, avisto a casa da montanha, imponente e sublime. Que alegria dá no coração! Essa vista não se vê na cidade grande e assim entendo porque gostavas tanto daqui... Um desenho de Deus, a maior área contínua de Mata Atlântica do Brasil<sup>5</sup> - que integra o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga<sup>6</sup> -, patrimônio natural, socioambiental e cultural da humanidade, conferido pela UNESCO em 1999 (ISA e VIDÁGUA, 2011), um bioma inigualável:

**<sup>7</sup>Quando estou viajando cruzando campos e serras  
Meu coração se alegra se passo por minha terra  
O rincão é mais florido  
A natureza é mais bela**

---

<sup>4</sup> Esse trecho foi escrito em homenagem à minha mãe (*in memoriam*) e faz referência a uma das festas religiosas tradicionais do Vale do Ribeira: a festa do divino Espírito Santo.

<sup>5</sup> Estamos nos referindo ao Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga no Vale do Ribeira.

<sup>6</sup> A Lei nº 12.810, de 21 de fevereiro de 2008 alterou os limites do Parque Estadual de Jacupiranga, criado pelo Decreto-lei nº 145, de 8 de agosto de 1969, e atribuiu novas denominações por subdivisão, instituindo o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga.

<sup>7</sup> Trecho da música “Do mundo nada se leva” de autoria de Belmonte e Jorge Paulo, gravada por diversas duplas sertanejas. Letra retirada do CD “Nossa história – Milionário e José Rico” – Volume 2, CD 1, Warner Music (2011). Acervo de Jocira Malvina de Oliveira Lozada (*in memoriam*).

**Gosto de minha querência por ser risonha e florida  
Onde vivi em criança a minha infância querida  
Não sai de minha lembrança aquela gente amiga.  
Vamos sorrir e cantar  
Quem está triste se alegra  
A nossa vida é curta  
Do mundo nada se leva (...)**

A poesia das estações ainda é a mesma, intensa e surpreendente. As flores desinibidas de um jardim de inverno contrastam com o vento frio e gelado que baila entre os cabelos de quem sentado em um banco tenta ver a vida de forma encantadora... Noutro dia, as gotas de chuva pareciam chorar... escorriam como lágrimas nas pétalas das flores, deslizando pelas folhas e atingindo o solo, enquanto uma semente ávida a esperava para dar impulso a nova vida...este é o ciclo da Natureza. Muita coisa mudou desde o último inverno... paisagens, travessias, encontros e despedidas...

E que sentido tem a vida? Porque estamos aqui? Para onde vamos depois que nossa peregrinação terrena se encerra? Talvez “A lição final”, palestra proferida pelo Prof Randy Paush da Universidade Carnegie Mellon nos Estados Unidos (que publicou um livro narrando sua história, tendo falecido em 2008), traduza o sentido particular que ele atribuiu para a vida diante da situação que enfrentava:

*(...) Essa aula será a última vez que muita gente que eu aprecio me verá em carne e osso – eu disse, categórico. – Terei a chance de expor tudo o que realmente é importante para mim, chance de consolidar a maneira pela qual serei lembrado e de fazer o melhor possível na hora da partida. (...) E assim, com o sinal verde de Jai, eu tinha um desafio pela frente. Como transformar aquela palestra acadêmica em algo que repercutisse nos nossos filhos daqui a uma década ou mais?*

*Uma coisa era certa: eu não queria que a aula se concentrasse em meu câncer. Já remoera o suficiente sobre a saga de minha doença. Não me interessava discursar, por exemplo, sobre as minhas percepções da doença, como eu a enfrentara, ou o quanto ela me abria novas perspectivas. Talvez muitos esperassem uma palestra sobre a morte. Mas eu trataria da vida. (...)*

*Apesar de sempre ter tido um saudável senso de autoestima, eu sabia que a aula precisava ser mais do que uma simples bravata. E perguntava a mim mesmo: “O que eu e só eu tenho verdadeiramente a oferecer?”*

*E então de repente, ali naquela sala de espera, eu soube exatamente a resposta. Surgiu como um relâmpago: independentemente de minhas conquistas, tudo o que eu amava estava arraigado nos meus sonhos e objetivos de criança... e nos meios que eu utilizara para concretizar quase todos. Percebi que o que me tornava único provinha das especificidades de todos os sonhos que marcavam os meus 46 anos de vida – desde os incrivelmente significativos até os decididamente bizarros. Sentado ali eu soube que apesar do câncer eu me considerava de fato um homem de sorte porque vivenciara aqueles sonhos. E vivenciara os meus sonhos em grande parte graças ao que aprendi ao longo do caminho, com pessoas extraordinárias de todo tipo. Achei que se fosse capaz de contar a minha história com total paixão, a minha palestra talvez ajudasse outras pessoas a encontrarem um meio de realizar os próprios sonhos.*

*Eu levava o meu laptop para aquela sala de espera e, animado por essa revelação, me apressei a digitar um e-mail para os organizadores da aula. Disse-lhes que afinal conseguira um título. E escrevi: “Minhas desculpas pelo atraso. Vamos intitulá-la de: ‘Como concretizar os sonhos infantis’.”*

*(...) Como defensor do poder dos sonhos de infância, ultimamente algumas pessoas têm me perguntado sobre os sonhos que tenho para meus filhos. (...) Em minha opinião, a função dos pais é encorajar os filhos a desenvolverem a alegria de viver e uma grande necessidade de seguirem os próprios sonhos. O máximo que podemos fazer é ajudá-los a criarem um conjunto de ferramentas pessoais para essa tarefa.*

*Meus sonhos para meus filhos, portanto, são muito precisos: quero que cada qual encontre seu caminho para a realização. E como não estarei aqui, quero deixar bem claro: crianças, não tentem imaginar o que eu gostaria que vocês se tornassem. Quero que se tornem aquilo que quiserem se tornar. (...) Só quero insistir para que meus filhos encontrem o próprio caminho com entusiasmo e paixão. E quero que sintam como se eu estivesse ali com eles, independentemente do caminho que escolherem”.<sup>8</sup>*

---

<sup>8</sup> Trechos do livro “A Lição Final” de Randy Pausch. (Rio de Janeiro: Editora Agir, 2009). Randy Pausch era professor de Ciência da Computação na Carnegie Mellon University. Faleceu em 25 de julho de 2008 aos 47 anos. Sua última aula em 2007 tornou-se célebre por exaltar a vida ao invés da morte que se aproximava, pois foi diagnosticado com câncer no pâncreas.

“E sabemos que igualmente essa seria a mensagem de vocês para nós.” – pensei, olhando para o retrato dos meus pais, que habitam outra geografia, mais evoluída que esta.

E sabiamente, refleti sobre as palavras que Pausch disse já no encerramento de sua palestra: “Não podemos trocar as cartas que recebemos, apenas jogar com elas”. E aceitar aquilo que não podemos mudar, porque Ele é o maestro dessa sinfonia chamada Vida. Assim, é evidente o fato de que as leis divinas guardam mistérios que a fé e as crenças humanas tentam decifrar, e sequer ousam contrariá-las, mensurá-las, nem modelá-las...

### *Leis da Física*

Que leis governam esse Universo de elegantes partículas?

Em julho de 2012, o mundo recebeu a notícia de que os físicos do CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) haviam detectado no LHC – maior colisor de hádrons do mundo - o bóson de Higgs, a partícula responsável pela massa das outras partículas e que explica como a matéria surge. Aos 83 anos, Peter Higgs, que postulou a existência dessa partícula na década de 60, declarou: "Eu nunca imaginei que isso aconteceria comigo em vida"<sup>9</sup>. Em outubro de 2013, Peter Higgs recebeu o Prêmio Nobel de Física por ter postulado a existência do Bóson de Higgs na década de 60.

O Modelo Padrão constitui uma das teorias mais consistentes até o momento e explica como se comportam as forças na Natureza, mas ainda não está completo. É um conjunto de modelos matemáticos complexos, uma descrição matemática apurada e bela de como este intrigante Universo funciona nos meandros do microcosmo. Assim, apreciar e observar a Natureza levou o Homem a investigar os seus mecanismos e a Matemática forneceu os elementos para formalizá-los. Outros mistérios navegam pela mente dos cientistas e há muito o que se descobrir.

Quando pensávamos que já havíamos descoberto as coisas mais importantes, explorado os lugares mais inóspitos deste Planeta e tentado explorar outros

---

<sup>9</sup> Peter, o físico brilhante que deu o nome ao bóson de Higgs. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/ciencia/noticias/peter-o-fisico-brilhante-que-deu-o-nome-ao-boson-de-higgs>. Acesso em: 10 jul. 2012.

do sistema solar, estabelecido as principais leis do Universo, a Natureza nos revelou mais um de seus segredos...

### *Leis da Natureza*

O mundo passou por duas grandes guerras e tantas outras que se arrastam até os dias de hoje. Diferenças políticas, econômicas, sociais e de toda ordem interferem substancialmente na convivência harmônica entre os seres humanos.

Houve um tempo em que a guerra quase se arrastou para as estrelas, mas anos depois na Estação Espacial Internacional, velhos inimigos cooperavam em prol do bem comum. Quando o ônibus espacial Atlantis fez sua última viagem em 2011, astronautas e pesquisadores da Nasa emocionados, lembravam os feitos do Homem desbravando o Universo, desde a primeira viagem ao espaço realizada em 1961 por Gagarin e seu deslumbramento com a beleza do Planeta Terra até a chegada do Homem à Lua em 1969: “O céu é completamente negro. As estrelas têm um aspecto mais brilhante e claro sob o fundo negro deste céu. A Terra tem uma aura muito característica, de uma lindíssima cor azul”. (GAGARIN<sup>10</sup>, 1961)

Se estivesse vivo hoje, a imagem que Gagarin veria da Terra talvez não o agradasse, sobretudo pela degradação ambiental:

A maneira como as gerações passadas lidaram com o futuro, ancorada em todo o conhecimento oferecido pela modernidade, deu o nosso presente. Um presente angustiante, de iniquidades, injustiças, arrogância, exclusão, destruição ambiental, conflitos inter e intraculturais, guerras. Não é isso que devemos legar para nossos bisnetos e tataranetos e para as gerações futuras. (D'AMBROSIO, 2009, p. 45)

A Natureza tem reagido severamente contra as sucessivas agressões provocadas pela ação humana. Ações sustentáveis e acordos entre países para a proteção ambiental são firmados, mas há pouca efetividade. Modelos matemáticos são utilizados para medir níveis de degradação ambiental, mas mesmo assim a consciência humana sobre a importância da proteção ambiental tem sido pouco eficaz. Então, as leis da Natureza agem, tragédias naturais assolam o Planeta... e ao Homem resta apenas

---

<sup>10</sup> Documentos inéditos escritos pelo cosmonauta russo Iuri Gagarin vão ser leiloados. Disponível em: <http://www.publico.pt/cultura/noticia/documentos-ineditos-escritos-pelo-cosmonauta-russo-iuri-gagarin-va-ser-leiloados-1346930>. Acesso em: 10 jul. 2012.

lamentar a fúria da Mãe Natureza... ou usar a sensatez e reagir para mitigar os efeitos da degradação ambiental preservando o pouco que ainda resta.

### *Leis Humanas*

Se não podemos controlar as Leis Divinas, conhecer todas as Leis da Física, dominar as Leis da Natureza, restaram-nos as Leis Humanas. Estas são reguladas pelo Direito e permitem ao Homem criar normas<sup>11</sup> para garantir a paz social e assegurar os direitos e garantias fundamentais. Permitem maior ingerência do Homem, que as cria, as emenda, as revoga e as deixa com lacunas que possibilitam a sua desobediência. E podemos mensurá-las? Modelá-las? Se a Matemática a auxiliasse de modo recorrente, talvez se tornasse mais objetiva, mas não podemos afirmar que se tornaria justa. No entanto, causaria um debate jurídico interessante...

Goffredo<sup>12</sup> Teles Jr eminente jurista possuía uma visão holística capaz de encadear conceitos aparente inconciliáveis:

O imortal professor Dr. Goffredo Telles Junior explicava a teoria do direito quântico, exemplificando o ser humano como se fosse um átomo no meio social onde cada um na sua esfera conteria as cargas de energias positivas, negativas e neutras, quando então tocando-se uns aos outros (um átomo ao outro) poderiam surgir os possíveis conflitos sociais.”(LEITÃO, 2010)

Ou seja, ele tinha a consciência da unidade, do todo e da complexidade que nos envolve, bem como tinha um pensamento crítico sobre o Universo e o Direito, capaz de relacionar “conceitos e descobertas das ciências naturais – física quântica e biologia celular – aos elementos que fundamentam a vida em coletividade, e sua manifestação jurídica” (COVOLAN e GONZALEZ, 2006, p. 6176), ou seja, enxergar sob diversas perspectivas, além do que as fronteiras das disciplinas e campos do conhecimento pudessem impor...

O termo Direito Quântico é um nome. É o nome criado pelo autor deste livro, com a intenção deliberada de assinalar que as LEIS – criações da inteligência, para a ordenação do comportamento humano em sociedade – são tempestivas expressões culturais de subjacentes, silenciosas e perenes disposições genéticas da Mãe Natureza. (TELLES JUNIOR, 2006, p. 361 apud COVOLAN e GONZALEZ, 2006, p. 6181)

---

<sup>11</sup> No campo jurídico lei e norma possuem acepções diversas, que não serão apresentadas nesta narrativa.

<sup>12</sup> Covolan e Gonzalez (2006) comentam que Goffredo Telles Jr possuía uma visão interdisciplinar e transdisciplinar.

Assim, esse passeio pelas diferentes vias do que venha a ser “lei” aliando-a com o pensamento matemático, demonstra que numa janela, uma pessoa pode enxergar diferentes paisagens.

Esse pensamento flexível e aberto que prepara o indivíduo para enfrentar as incertezas não é ensinado nas escolas e nem sequer nas Universidades. Num discurso proferido em 2007, na Universidade de Harvard, Bill Gates, pediu que o currículo da instituição fosse repensado. A Universidade de Harvard, instituição mundialmente conceituada, lhe ensinou muitas coisas, mas outras ele afirma que não, como “as injustiças do mundo e a vida miserável de milhões de pessoas” que ele citou naquele discurso. Seguiu afirmando que “ao deixar Harvard não sabia de nada (...), foram necessárias décadas para compreendê-lo”<sup>13</sup>. Harvard tornou-se pequena para ele que viu outras paisagens – fundou a Microsoft, que se tornou uma das maiores empresas de tecnologia do mundo - e então abandonou a Universidade.

No final do discurso, ele pontuou: “Dentro de 30 anos, espero que vocês não se julguem só por suas realizações profissionais, mas também pelo que tiverem feito para ajudar pessoas do outro lado do mundo e que não têm nada em comum com vocês, exceto sua humanidade”. Em 2000, Bill Gates inaugurou a Fundação Bill e Melinda Gates, com sede em Seattle, que financia diversos projetos nos Estados Unidos de apoio à educação com a inserção da tecnologia no ambiente escolar, bem como investe em pesquisas com a finalidade de criar vacinas para doenças que assolam os países mais pobres. E Gates, assinalava naquele discurso a necessidade de se desenvolver uma cidadania planetária e solidária.

Nesse sentido, idealizamos esta tese, visando possibilitar aos alunos do Ensino Superior enxergar de diferentes formas, aplicar o conhecimento de diferentes maneiras, em diferentes contextos, utilizar a criatividade, aprendendo a “utilizar as informações que surgem durante a ação, integrá-las, formular esquemas de ação e ser capaz de reunir o máximo de certezas, para defrontar o incerto.” (MORIN, 2000, p. 148).

---

<sup>13</sup> Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,AA1559707-5602,00-BILL+GATES+E+DIPLOMADO+EM+HARVARD+ANOS+DEPOIS+DE+DEIXAR+A+UNIVERSIDADE.html>. Acesso em: 10 jul. 2013.

E a Modelagem Matemática será o veículo que integrará essa proposta à outra área do conhecimento, o Direito. Para tanto, adotamos uma perspectiva sociocrítica associada a outras, que possibilitem desenvolver competências, habilidades, valores e atitudes num ambiente de modelagem matemática de relações jurídicas onde as “leis matemáticas” expressas pelos modelos matemáticos procurarão colaborar com as “leis humanas” nas situações de aprendizagem baseadas na realidade, com foco no Direito Ambiental que proporciona uma visão transdisciplinar:

É evidente que nenhum ser humano tem a compreensão completa da rede de dependências que se manifesta no planeta, primeiramente porque não conhecemos todas as leis que regem o funcionamento do universo, e depois porque, mesmo que esse conhecimento estivesse disponível prontamente, nossa capacidade intelectual e ética poderia ser inferior à mínima necessária para o uso adequado deste conjunto de saberes. (...) Essa é a contribuição da abordagem transdisciplinar para a manutenção do equilíbrio ecológico de nosso pequena planeta, condição necessária para a vida humana enquanto dependermos da Terra para a sobrevivência da espécie. (ROCHA FILHO, BASSO e BORGES, 2007, p. 99)

Nesse sentido Kaiser e Sriraman (2006) *apud* Oliveira (2007, p. 30) ressaltam o aspecto sociocultural da Matemática na direção de contribuir para a formação de cidadãos críticos que compreendam o papel da Matemática na sociedade estando mais atentos à realidade que os cerca:

Das perspectivas de modelagem a sociocrítica enfatiza a compreensão do papel sociocultural da Matemática, estimulando a capacidade dos alunos de analisar situações de sua própria realidade, favorecendo sua compreensão e possível ação sobre essas situações, potencializando sua capacidade de reflexão, favorecendo seu crescimento político e social, com o objetivo de contribuir para a formação de cidadãos críticos.

Esse também é o pensamento de Caldeira (2007a, p.74) que acredita que o ensino de Matemática tendo como referência a realidade, possa fornecer não apenas instrumentos que contribuam para a construção de estruturas matemáticas e para o desenvolvimento da cognição, mas também, subsídios que estimulem a criatividade levando os alunos a utilizá-los “na compreensão da dinâmica da realidade social, histórica e cultural, em um processo contínuo de elaborar e sistematizar.”

Por outro lado, Barbosa (2003, p. 68) nos explica que a Modelagem Matemática também constitui um fomento ao exercício da cidadania:

(...) se estamos interessados em educar matematicamente os nossos alunos para agir na sociedade e exercer a cidadania – (...) -, podemos tomar as



atividades de Modelagem como uma forma de desafiar a ideologia da certeza e colocar lentes críticas sobre as aplicações da matemática.

Dessa maneira, expomos nesta tese uma pesquisa qualitativa realizada com bacharelados do Curso de Engenharia Ambiental, matriculados no 1º semestre com o objetivo de investigar como a flexibilidade cognitiva se opera no processo de elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas em domínios complexos ou mal estruturados, com enfoque transdisciplinar e quais conhecimentos matemáticos podem ser mobilizados.

Para tanto, esta tese está dividida em três capítulos. No primeiro capítulo apresentamos a questão de investigação e suas hipóteses, bem como os objetivos da pesquisa e a metodologia utilizada. Por sua vez, no segundo capítulo trazemos a fundamentação teórica apresentando o corpo de ideias dos autores nos quais a tese se debruça, pontuando a Modelagem Matemática, a Transdisciplinaridade, a Educação Matemática Crítica, o Direito Ambiental, o Direito Achado na Rua e a Flexibilidade Cognitiva. No terceiro capítulo relatamos sobre a pesquisa qualitativa e os resultados encontrados, assim como apresentamos os indicadores que foram elaborados para se averiguar indícios de flexibilidade cognitiva durante o processo de modelagem matemática de relações jurídicas. Por fim, tecemos as considerações finais, onde retornamos à questão de investigação e às suas hipóteses, assim como pontuamos cenários futuros para que novas pesquisas sobre o tema desta tese possam ser desenvolvidas.

## CAPÍTULO 1

### OS PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

Neste capítulo apresentamos o memorial com um breve relato sobre nosso percurso profissional, seguido da relevância e justificativa da pesquisa, seus objetivos e a questão de investigação, além dos procedimentos metodológicos utilizados.

#### **1. Caminhos e estórias de quem gosta de ensinar: encontro com a Modelagem Matemática e com o Direito Achado na Rua**

Ingressei na área de Educação, cursando o magistério, o antigo normal. A inspiração surgiu por meio de minha mãe, que foi educadora e exerceu a docência e a gestão escolar (diretora de escola). Meu universo desde a infância foi cercado por livros, revistas, jornais e todo incentivo por parte de minha mãe para o estudo e para novos conhecimentos, os quais ela acreditava que proporcionavam a abertura de janelas para o mundo e nos faziam adquirir novos olhares. A escola sempre foi um ambiente muito familiar para mim, cheio de coisas a aprender e a descobrir. Sempre foi um lugar onde gostei de estar e minha mãe foi a responsável por me mostrar que a escola é mais do que um espaço de aprendizagem, mas de valores humanos. Posteriormente ao Magistério, cursei Licenciatura em Matemática e passei a lecionar nos Ensinos Fundamental, Médio e Técnico.

No entanto, meu contato com a disciplina Modelagem Matemática se deu na Especialização em Matemática Aplicada cursada no final da década de 90. A disciplina Modelagem Matemática era ministrada pelo Prof Dr Adilson de Moraes. Ali, de fato, passei a compreender a importância da Modelagem Matemática como veículo de aprendizagem e sua estreita relação com a realidade que nos cerca.

Na ocasião, o Prof Dr João Frederico Meyer (UNICAMP) foi convidado para proferir uma palestra sobre Modelagem Matemática. A formação nesse Curso de Especialização era eminentemente em Matemática Aplicada, com exceção das

disciplinas de Didática do Ensino Superior e História da Matemática, esta ministrada pelo Prof Dr Antônio Carlos Brolezzi. Nesta disciplina tive meu primeiro contato com a Educação Matemática, campo diverso daquele que constituía a base de minha formação docente, que é a Matemática Aplicada.



**Fig. 1 – Especialização em Matemática Aplicada<sup>14</sup>**

Como atestam diversas pesquisas, são poucos os cursos de Licenciatura em Matemática que ofertam a disciplina específica de Modelagem Matemática e não foi diferente comigo. Naquela época, a grande maioria dos cursos de Licenciatura eram mais voltados para a Matemática Aplicada do que para a Educação Matemática e as disciplinas mais “técnicas” da área de Matemática predominavam sobre as disciplinas pedagógicas, tendo pouca diferença do Bacharelado. Minha formação docente teve um perfil eminentemente da Matemática Aplicada, como já foi dito. No entanto, as aulas de Cálculo Diferencial e Integral, eram oportunidades férteis nas quais o Prof keiji nos propiciava o contato com situações de modelagem. Ele propunha problemas desafiantes que desencadeavam em modelos matemáticos e tinham aplicação no cotidiano.

Entre o período no qual me dediquei ao Ensino de Física por minha passagem pelo Instituto de Física da USP (IFUSP) e a conclusão de minha graduação em Direito, houve um pequeno hiato em relação aos estudos em Educação Matemática. Ao tempo, os problemas no Ensino de Física eram eloquentes, iam desde o déficit de docentes habilitados e dificuldades de assimilação do conteúdo por parte dos alunos até a falta de recursos didáticos como laboratórios para atividades experimentais e a emergência de implantação de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Assim,

---

<sup>14</sup> Crédito da figura: acervo pessoal da autora da tese.

passei a centrar minhas pesquisas no campo do Ensino de Física, e concluí Mestrado abordando tema desta área, especificamente o Ensino de Física de Partículas Elementares.

No entanto, ainda durante o Mestrado, redigi em coautoria um artigo sobre Modelagem Matemática aplicada ao Ensino de Física. O trabalho foi aceito para a comunicação oral no GT da MM durante o III SIPEM realizado em 2006, em Águas de Lindóia (SP). Na ocasião o GT da MM era presidido pelo Prof Dr Jonei C. Barbosa (UFBA). Ali tive a oportunidade de participar de discussões relevantes para a aplicação da MM em sala de aula que serviram como estímulo para meu retorno às pesquisas em Modelagem Matemática.



**Fig. 2 – GT da MM no III SIPEM<sup>15</sup>**

Em 2008, juntamente com a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Nadja S. Magalhães (UNIFESP), realizei outro trabalho com Modelagem Matemática aplicada ao Ensino de Física no contexto da formação de professores. Para aprimorar meus conhecimentos em MM e conhecer outras abordagens, passei a acompanhar no mesmo ano os trabalhos do Prof Dr Rodney Bassanezi no Curso de Especialização Lato Sensu em “Modelagem Matemática em Ensino – Aprendizagem” promovido pela UFABC.

A esse tempo, tornei-me docente de Direito de uma Escola Técnica Estadual e passei a lecionar disciplinas relacionadas ao Direito, como Planejamento Jurídico Empresarial. Lecionar Direito se tornou mais interessante do que lecionar Matemática, porque discutíamos os casos concretos.

---

<sup>15</sup> Crédito da figura: acervo pessoal da autora da tese.

Passei também a me dedicar ao Ensino Superior onde lecionei disciplinas jurídicas e disciplinas ligadas à área de Matemática. Tornei-me avaliadora do INEP de cursos de graduação em Direito o que me possibilitou visitar instituições de ensino pelo Brasil e adquirir uma visão mais profunda do Ensino Superior e o que as heranças da Educação Básica produziram, sobretudo, no que diz respeito ao processo de aprendizagem e à qualidade do ensino.

As avaliações in loco apresentavam um país com um ensino jurídico multifacetado em relação às propostas pedagógicas e metodológicas, aos perfis de discentes e docentes, ao modelo de gestão institucional, enfim, uma diversidade de contextos e situações com sucessos e insucessos, que transpareciam, sobretudo, no exame da OAB e no ENADE. Aquele quadro revelava que o Ensino Superior no Brasil estava enfrentando os mesmos problemas do Ensino Básico, principalmente as instituições privadas que estavam e estão absorvendo a maior parte da população adulta ingressante no nível superior e que tem origem na Educação Básica Pública, cujos avanços de melhoria da qualidade ainda são lentos, como demonstram os resultados dos sistemas de avaliação. As queixas docentes que eu ouvira ao tempo em que lecionava no Ensino Básico eram as mesmas que passei a ouvir no Ensino Superior, tanto na condição de docente quanto na condição de avaliadora.

Cabe lembrar, que dados de uma pesquisa conduzida pelo Instituto Paulo Montenegro e pela ONG Ação Educativa (2012)<sup>16</sup>, apontaram que 38% dos estudantes do Ensino Superior "não dominam habilidades básicas de leitura e escrita". Na área de Exatas, as queixas se referem à defasagem de conteúdos do Ensino Fundamental e Médio, além da dificuldade na leitura e interpretação dos enunciados dos problemas e conseqüentemente dificuldades de resolução, além da falta de hábito de estudo.

Em 2010, ingressei no Doutorado em Educação da FEUSP – Linha de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática - retornando à Modelagem Matemática. Sob a orientação do Prof Dr Ubiratan D´Ambrosio o trajeto da pesquisa foi refeito, pois utilizando-se de sua sabedoria, ele sugeriu que eu unisse as duas áreas de conhecimento nas quais me graduei. Refleti então sobre a sugestão do Prof Ubiratan e dada a importância e a singularidade dos Direitos Difusos e Coletivos cumulada com minhas

---

<sup>16</sup> Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,no-ensino-superior-38-dos-alunos-nao-sabem-ler-e-escrever-plenamente,901250,0.htm>. Acesso em: 25 mar. 2012.

raízes e vivência em minha terra natal localizada no Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga - que abriga a maior área de Mata Atlântica do Estado de SP-, optei por abordá-lo. Então, concentrei-me no Direito Ambiental, uma vez que este ramo do Direito permite o diálogo com outras disciplinas de campos de conhecimento diversos e representa a sobrevivência da espécie humana e do próprio Planeta que habitamos. Entretanto, buscar especializá-la focando estritamente no contexto jurídico seria torná-la restrito ao campo da formação dos bacharéis em Direito, o que fugia de nossa proposta, cujo público alvo era os alunos de Engenharia.

Necessário foi ampliar o campo de alcance do tema Ambiental, para que o diálogo com diversos níveis de ensino e áreas do conhecimento concretizasse a transdisciplinaridade e para tanto, fui buscar subsídios para minha pesquisa. Não havia na Faculdade de Educação da USP disciplinas no Programa de Pós Graduação, correlatas ou relacionadas ao ramo do Direito Ambiental, e seria então necessário buscá-las em outros Programas Stricto Sensu.

Na ocasião, o Programa de Doutorado em Energia da Universidade Federal do ABC (UFABC) estava ofertando a disciplina “Meio Ambiente e Sociedade” ministrada pelo Prof Dr Claudio Luis de Camargo Penteado. Considerei o conteúdo abrangente e de longo alcance, uma vez que possibilitava englobar diversas áreas do conhecimento sem direcionar para uma área específica.

O conteúdo das aulas e os textos recomendados para a leitura conduziam para discussões sempre com um olhar multidisciplinar, uma vez que aquele Programa de Doutorado estava composto por alunos que atuavam em diversas áreas. Outro aspecto salutar foi a forma com que o Prof Claudio ministrou as aulas, possibilitando aos alunos exporem suas ideias, permitindo o diálogo e a interação, e um olhar sob outras perspectivas, o que me encorajou a olhar a pesquisa que estava iniciando com base na transdisciplinaridade. Naquela ocasião, algumas atividades foram solicitadas aos alunos, dentre elas a apresentação de um seminário individual relativo a um texto e outro seminário em grupo, bem como a entrega de um artigo científico.

Para o seminário individual coube a mim apresentar o texto de autoria de Carlos Loureiro “Educação Ambiental e Movimentos Sociais na construção da cidadania ecológica e planetária” publicado no livro “Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania.” O texto em síntese, além de chamar a atenção para as questões

ambientais, alertava para o desenvolvimento da criticidade e da participação dos cidadãos nas decisões coletivas. A partir daquele momento algumas ideias novas se delineavam em minha mente, apontando para novas perspectivas em minha tese.

No entanto, faltava algo que possibilitasse o enlace com a vertente crítica da Educação Matemática e o Direito Ambiental. Assim, no ano seguinte tive a oportunidade de visitar a Faculdade de Direito da Universidade de Brasília e conhecer a concepção do Direito Achado na Rua. Na ocasião, o Prof Dr. José Geraldo de Sousa Jr, então Reitor da UnB, me relatou sobre as ideias de Roberto Lyra Filho e ali pude identificar os liames com a corrente da Educação Matemática Crítica, além de ter a oportunidade de conhecer outra escola jurídica com referenciais diferentes daqueles com os quais foram construídas as minhas concepções e a minha formação jurídica.

As ideias, concepções e vivências que adquiri ao longo deste percurso começaram a formar uma enorme teia, ficando claros os vínculos e relações entre os elementos daquele cenário eclético. No retorno à SP, com a cabeça cheia de ideias, pude organizá-las com o auxílio do Prof Dr. Alessandro Jacques Ribeiro<sup>17</sup>, que na ocasião fez diversas sugestões que desencadearam no Curso analisado nesta tese.

Permanecendo no Ensino Superior e me defrontando com os problemas que relatei, decidi que o foco do estudo seria o Ensino Superior e o curso selecionado para o desenvolvimento da pesquisa seria o de Engenharia Ambiental, em virtude de seu perfil multidisciplinar, o que permitiria caminhar para a transdisciplinaridade. Assim, o estudo se delineou com base na Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Rand Spiro e colaboradores, em virtude da complexidade que enfrentamos no mundo atual, sendo o desenvolvimento de um pensamento flexível necessário para o enfrentamento de diversas situações individuais, coletivas e profissionais.

Iniciava-se assim, um grande desafio que será relatado nas páginas seguintes.

---

<sup>17</sup> Naquele momento, o Prof Ubiratan encontrava-se enfermo e autorizou-me a buscar auxílio com o Prof Alessandro com quem havia trabalhado.

## 1.1. Céu do Brasil e um destino: reencontrando jequitibás

Amanheceu eu peguei a viola  
Botei na sacola e fui viajar

(...) Ao meio dia eu tava em Mato Grosso  
Do Sul ou do Norte, não sei explicar  
Só sei dizer que foi de tardezinha  
Eu já tava cantando em Belém do Pará

(...) Parei em Minas prá tocar as cordas  
E segui direto para o Ceará  
E no caminho fui pensando, é lindo  
Essa grande aventura de poder cantar

Anoiteceu e eu voltei prá casa  
Que o dia foi longo e o sol quer descansar

Amanheceu...  
(Autor: Renato Teixeira)

### Outono...

Das missões que recebi a serviço da Educação Brasileira, jamais imaginaria ter ido tão longe...longe para reencontrar jequitibás....

Era outono e não se viam mais folhas caindo das árvores como antigamente. E nem as árvores eram as mesmas, mas algumas persistiam em meio à paisagem fria do concreto das cidades. As poucas que vi, jeitosas e ainda com aquele vigor que anuncia uma nova estação, estavam nas cidades que ainda deixavam a Natureza sobreviver, mesmo que em espaços pequenos de praças, parques e canteiros. Ali podiam florescer e reafirmar sua existência, hospedar ninhos, servir de morada para raros passarinhos que se adaptaram à vida humana, assim completando ciclos de vicejar e aquietar-se.

De vez em quando, vinha a época da poda marcada pela voracidade das raízes que saíam bárbaras da terra e quebravam as calçadas ou já enfermas, não suportavam temporais e abalroavam a rede elétrica, debruçando-se sobre os carros estacionados e causando comoção. Embaladas pelo vento, as folhas caíam enfeitando o solo, deixando um fino e frágil tapete para que não esquecêssemos que ainda existe outono...



Em meio à timidez das florezinhas que persistiam em nascer, não encontrei árvores frondosas que as inspirasse robustez. Era como se a Natureza se calasse e desse ao Homem o suficiente para lhe reavivar a memória. E assim, se passaram quase seis outonos<sup>18</sup>...

O sexto outono se despedia e mais um inverno apontava no horizonte. Quando nada mais parecia mudar a paisagem com a qual meus olhos quase estavam a se acostumar, recebi uma missão que tornou-se um presente, uma vez que naquela data estaria a passar por mais uma primavera<sup>19</sup> no meu ciclo de vida. Esta missão seria a milhares de quilômetros de onde resido, no extremo do Brasil, lugar que apenas meus dedinhos quando era eu criança fuçavam no mapa e me permitiam passear por outros lugares do país, sem sair do lugar.

E assim, dividindo os trabalhos com o Prof Rogério atravessei o país para cumprir minha missão a serviço da Educação Brasileira. Longínquo destino que me fez dar conta de que a terra *brasilis* é mais extensa do que eu imaginava e possui uma Natureza fabulosa. Aquela viagem seria diferente, não faria apenas parte do quadro de memórias e nem apenas iria ilustrar o álbum de fotografias. Aquela viagem iria revelar personagens e suas histórias, encontros, desencontros e reencontros que marcariam a vida de dois professores, cujas histórias de vida um dia se cruzaram.

Ao chegar àquela instituição de Ensino Superior percebi que aconteceria algo diferente, que ali encontraria muitas estórias que iam agregar muitos valores a mim e ao Prof Rogério. Ouvi estórias de alunos humildes residentes em área rural cuja bolsa do Prouni permitiu-lhes ser o primeiro membro da família a cursar o Ensino Superior. Vi alunos que residiam em Estados vizinhos, viajarem por horas para poder estudar ali. Mas, não foram somente as estórias dos alunos que nos surpreenderam. As estórias de dois professores nos chamaram a atenção e nos comoveram. Acostumada a ouvir nos grandes centros urbanos, relatos de desânimo dos docentes da Educação Básica e também do Ensino Superior sobre as mazelas da Educação, reencontrei ali os jequitibás, remetendo-me à leitura de texto “Sobre jequitibás e eucaliptos” do livro “Conversas com quem gosta de ensinar” de Rubem Alves que li durante o magistério e

---

<sup>18</sup> Os seis outonos são aqueles que se referem ao decurso do tempo desde a defesa da minha dissertação de Mestrado.

<sup>19</sup> Primavera aqui se refere ao aniversário.

que até hoje me recordo, pois traz o frescor de quando nos formamos e saímos perseguindo nossos ideais na Educação... e que hoje quase não vemos mais...

Educadores, onde estarão? Em que covas terão se escondido? Professores, há aos milhares. Mas professor é profissão, não é algo que se define por dentro, por amor: Educador, ao contrário, não é profissão; é vocação. E toda vocação nasce de um grande amor, de uma grande esperança. Profissões e vocações são como plantas. Vicejam e florescem em nichos ecológicos, naquele conjunto precário de situações que as tornam possíveis e - quem sabe? - necessárias. Destruído esse habitat, a vida vai se encolhendo, murchando, fica triste, mirra, entra para o fundo da terra, até sumir. (RUBEM ALVES)

O fato é que nos esquecemos de cuidar de nosso jardim, de regá-lo, e as flores...se vão.....

O que é que se encontra no início? O jardim ou o jardineiro? É o jardineiro. Havendo um jardineiro, mais cedo ou mais tarde um jardim aparecerá. Mas, havendo um jardim sem jardineiro, mais cedo ou mais tarde ele desaparecerá. O que é um jardineiro? Uma pessoa cujos sonhos estão cheios de jardins. O que faz um jardim são os sonhos do jardineiro. (RUBEM ALVES)

Assim, naquele dia em que completaria mais uma primavera em minha peregrinação terrena, o Universo com as suas sincronicidades me proporcionou o encontro com esses professores da área jurídica e suas histórias inspiradoras. Após o encerramento de nossa visita e finalizada nossa missão, me despedi deles e os convidei para relatar suas histórias como parte integrante de minha tese e que seguem transcritas *ipsis literis*. A primeira estória é relatada pelo Prof Gilberto:

*“Minha trajetória na educação se confunde com o meu nascimento, sou filho de dois professores que em todos os momentos que vivi desde minha infância até minha formação no curso de Direito, foi galgada dentro de um convívio do universo escolar, vendo meus pais exercendo várias funções no processo de ensino, desde bedel (uma espécie de faz tudo) a diretor de escola.*

*Formei-me em Direito em Fortaleza, na UNIFOR em 1991, e logo que voltei para Parnaíba, passei a exercer a advocacia, não só no fórum local como em outras comarcas, de municípios vizinhos, dedicando-me a função de advogado na área penal. Em 2001, em pleno exercício de minha atividade jurídica como advogado fui convidado para exercer o cargo de Delegado da Polícia Civil, precisamente o 3º Distrito Policial do Município de Parnaíba, hoje Central de Flagrantes, onde permaneci na função até 2002.*

*No mesmo período de minha chegada, formado em Direito na cidade de Parnaíba, passei conjuntamente com a minha atividade de advogado a função também de professor. Minha primeira experiência como docente (1991), numa turma de 9º ano do Ensino Médio, antiga 8ª Série do curso ginásial, como professor de História. No começo foi uma experiência diferente, pois nunca tinha assumido uma turma e passei a exercer uma didática disciplinadora e muitas vezes inflexível para os padrões da época, mas vale salientar que tentava reproduzir os meus professores na academia, o que para o Ensino Básico se tornava mais complexo a utilização de tais recursos: provas rígidas, todas em somatórias, rigidez nas conversas paralelas, conteúdos apressados e de linguagem difícil, enfim revendo minha trajetória hoje, percebo com clareza como o tempo e as experiências nos proporcionam uma mudança de atitude enquanto ser professor.*

*Por volta do ano de 2000, com as mudanças ocorridas em meados da década anterior na educação brasileira, principalmente com os cursos técnicos não sendo mais válidos como segundo grau, no sentido de credenciar o aluno prestar o exame de vestibular, a escola Unidade Escolar União Caixeiral, resolve criar o Ensino Médio, já que antes tinha como segundo grau apenas o curso em Contabilidade.*

*Nesse período senti a necessidade de cursar Pedagogia, como forma de ajudar no processo de exigências, no que diz respeito à obrigatoriedade legal de se ter um diretor com formação adequado a função. Cursei Pedagogia na Universidade Federal do Piauí que para mim foi de extrema importância, pois passei a entender o que é ser professor, aprendi novas metodologias a serem aplicadas e principalmente, meu embasamento teórico, fundamentada nos doutrinadores do curso. Minha visão a respeito de educação e espaço de sala de aula se transformou totalmente. Lembro-me, que passei a criar mais, ousar no contexto de minhas aulas, buscando motivar o aluno no sentido da leitura e interpretação de textos e imagens, desenvolvendo aulas com roteiro devidamente planejado em espaços extra-escolares, viagens de estudo, dentre outras.*

*De professor, passei também a exercer a função de coordenador no recente Ensino Médio criado pela escola. Foi justamente, o período que terminei o curso de Pedagogia, onde com muita força de vontade e perseverança em participar também do*

*processo de ensino, tentava conciliar com as minhas funções de advogado na cidade Parnaíba e cidades vizinhas.*

*Entre os anos de 2002 a 2005 fui diretor da escola, mas não deixei de exercer minhas atividades, agora de diretor, professor e delegado de polícia.*

*No ano de 2003, fui convidado para ser Secretário de Educação do Município, outra experiência no campo da educação, função pelo qual acabei me dedicando mais a pasta da educação do que de advogado, pois não tinha tempo para conciliar as duas atividades, apesar de tentar as duras penas.*

*O Ano de 2006, foi até o presente momento mais difícil, tive uma doença, até então para mim desconhecida de nome “Síndrome de Guillian Baré”, onde fiquei totalmente num prazo de 24 horas, completamente imobilizado, não tinha como me mexer, com exceção dos olhos, por onde tinha comunicação com aqueles que estavam ali para me ajudar. Nesse momento, a OAB foi de fundamental importância, pois viabilizou minha ida para a capital, onde tive acompanhamento médico que possibilitou minha recuperação. Não esqueço em nenhum momento a maior força de todas, Deus, pois através da fé senti que minha missão nessa etapa da vida ainda tinha muito a me reservar. Mas precisamente, no dia 8 de dezembro de 2006, uma das noites mais dolorosas, sozinho numa UTI, sem movimentos, senti a presença de uma luz forte e uma voz que dizia repetidamente que tivesse calma, muita calma, naquele momento senti uma enorme vontade de lutar pela vida, e somente muito tempo depois viria a descobrir a minha real situação nos diagnósticos médicos e informações que os integrantes do corpo médico que me acompanhava deveriam repassar a minha família.*

*Na minha cidade, muitos eram os credos que rezavam, oravam por minha recuperação, o que me fortalecia mais ainda na fé. Logo depois que as vacinas chegaram outro detalhe importante na minha recuperação, pois só tinha 25 vacinas em Fortaleza e 30 em São Paulo, as exatas 55 vacinas que precisava. Vários amigos se mobilizaram para que as vacinas chegassem a tempo, pois foi o período do caos nos aeroportos, deixando todos bastantes apreensivos. Um residente de medicina em São Paulo, ex-aluno, soube de meu estado e resolveu agilizar o envio das vacinas.*

*Após tomar todas as vacinas os médicos conversaram comigo expondo que o trabalho deles era até ali, que agora seria eu e Deus, nunca esqueço essa frase. Com quatro dias após a última vacina mexi um dedão do pé, o que foi suficiente para os*

*enfermeiros se abraçassem em um grande frenesi, no começo não entendia nada, somente no período de recuperação em Parnaíba que reencontrei um dos enfermeiros e ele me falou que eu fui o primeiro caso vivo dessa Síndrome no HTI de Teresina.*

*Depois de 6 meses de intensa fisioterapia, voltei a pisar novamente na Universidade, trabalhando ainda com pouca resistência, já que tive que aprender a andar novamente, fazendo as funções do Nadipe. No Segundo semestre voltei à sala de aula e somente nesse momento realmente entendi que em certos momentos da vida somos levados a escolher e principalmente entender o que Deus tem reservado para nós. Busco a cada dia me dedicar na formação do profissional de Direito, motivando-os na formação continuada, na pesquisa e principalmente nas orientações conduzidas nos padrões de moral ético na sociedade. Não me arrependo da minha escolha, ser professor é cada dia renascer oportunizando novas vidas, o que pra mim foi agregar direito e docência, dois ofícios que amo.” ( Prof Gilberto<sup>20</sup>)*

A segunda estória é relatada pela Prof<sup>a</sup> Pedrita:

*“(...) Minha história sempre foi permeada por grandes dificuldades. Quando eu nasci os meus pais se separaram pela primeira vez. Eu nasci com um problema nos pés (precisei usar por muito tempo aparelhos ortopédicos e fazer cirurgia com 10 meses de idade) e minha mãe teve que cuidar de mim e do meu irmão (quando eu nasci ele só tinha 10 meses de idade) praticamente sozinha. Tempos depois eles reataram o casamento.*

*Vimos morar em Parnaíba porque meu pai perdeu o emprego em Fortaleza e veio trabalhar como autônomo. Construimos a nossa casa com muito sacrifício.*

*Sempre ajudamos minha mãe nas tarefas de casa.*

*Meus pais, apesar de não terem concluído o ensino médio tinham muita preocupação com nossos estudos. Todos os dias nos ajudavam e olhavam as nossas tarefas, além de acompanhar de perto toda nossa vida escolar.*

*Quando tinha onze anos meus pais se separaram novamente, desta vez não teve volta. Tempos financeiramente ainda mais difíceis. Minha mãe nunca trabalhou*

---

<sup>20</sup> Depoimento cedido gentilmente por meio de TLCE em 2012.

*fora de casa (não tinha renda alguma) e o meu pai, por não ter emprego fixo, nem sempre podia mandar dinheiro suficiente para nosso sustento.*

*Aos onze anos comecei a ensinar as tarefas dos filhos das vizinhas para ganhar um dinheirinho! Também fazia artesanato (bordado) para ajudar nas despesas de casa. Essas atividades, no entanto, jamais atrapalharam os estudos. Estudávamos na escola com bolsa de 50% e tínhamos que justificar o nosso desconto. Além disso, concorria com meu irmão Pedro para ver quem tirava melhores notas na escola.*

*Ainda bem que contávamos com ajuda de parentes (principalmente minha avó materna e minhas tias) que não deixavam faltar o necessário para que pudéssemos sobreviver.*

*Aos treze anos meu pai nos ensinou a fazer redes. A partir daí eu e meu irmão fazíamos redes para vender e sustentar a casa!*

*Quando comecei a fazer o segundo ano o diretor da escola, vendo as nossas dificuldades, me deu uma bolsa de 100%. Foi fundamental naqueles tempos difíceis.*

*Veio o vestibular. Pensei em fazer Pedagogia ou Letras, mas como gostava muito de estudar História resolvi fazer Direito.*

*(...) Depois de ingressar na faculdade, logo no final do primeiro ano de curso fui convidada para ministrar aulas de redação em uma escola da rede particular de ensino (contava então com 19 anos e a proposta era trabalhar com os alunos do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio). Eis um grande desafio, ministrar aulas sem o mínimo de conhecimento pedagógico, mas com a vontade de poder passar um pouco do que tinha aprendido quando estudante de ensino médio. E assim foi durante o ano de 2002.*

*Em 2004 surge uma nova proposta, agora para o ensino fundamental (na época de 5ª a 8ª série) e lá vou eu, mais uma vez, enfrentar o desafio. Permaneci por mais um ano. Não dei continuidade em razão de o horário ser incompatível com o estágio da faculdade.*

*Parando um pouco para refletir sobre isso começo a me perguntar: será que tomei a atitude certa diante dessas propostas? De um lado era a realização de um sonho que tinha, mas de outro o sério compromisso em “educar” pessoas. Mas de uma coisa estou segura, sempre tentei superar as dificuldades e tinha compromisso por aquilo que fazia. Sou consciente de que a simples vontade não supre as deficiências técnicas, mas buscava inspiração naqueles professores que mais haviam contribuído*

*para a minha formação e reproduzia algumas práticas aprendidas com eles. Hoje vejo ex-alunos em diversos cursos superiores, ex-alunos concluindo Mestrado e me sinto orgulhosa disso.*

*Quando concluí a graduação em 2006, ao me despedir dos servidores da Universidade disse a uma delas: “Um dia em volto, mas como professora! Espero fazer diferente do que alguns professores fizeram comigo!”. Aquela frase pareceu profecia e em junho de 2008 estava eu a assumir o cargo de professora substituta do Curso de Direito da UESPI, aos 25 anos de idade, e com uma especialização ainda em andamento.*

*De fato, procurei me distanciar da prática de alguns professores. Fiz diferente: além de cumprir meus horários, estudava todos os dias para tentar suprir a carência de formação técnica. É incrível, sempre ficava com as disciplinas com as quais não tinha nenhuma afinidade! Isso me servia de estímulo para tentar aprender mais, no entanto, me trazia muitas limitações no exercício do meu trabalho.*

*(...) Ao concluir a Faculdade passei na prova da OAB. Fui aventurar na advocacia, no escritório de um ex-professor. Confesso que me sentia um peixe fora da água! Não continuei. Em 2008 (minha filha já tinha seis meses) fui trabalhar no escritório com uma amiga. Permaneci até o início de 2010 quando comecei na Cáritas.*

*Esse negócio de ser professor substituto é meio estranho. Quando estamos nos habituando a vida de professor o prazo acaba! Mas foi bom, depois da Universidade tive oportunidade de trabalhar numa ONG (Cáritas), cujas atividades não estavam muito distante daquilo que eu efetivamente gostava de fazer! Trabalhar como a conscientização das pessoas, sobretudo das mais carentes, acerca dos seus direitos me proporcionava alento da saudade que sentia da sala de aula.*

*No mês de junho de 2010 surge o teste seletivo da Faculdade Piauiense. Primeiro veio a dúvida: tenho um contrato de trabalho de 40 horas semanais. Não me resta muito tempo para me dedicar às aulas. Mas a vontade de voltar falou mais alto. Me inscrevi no teste, meio que sem me preocupar com o resultado. No fim das contas passei e consegui com o pessoal da Cáritas autorização para me ausentar nos momentos das aulas. Fiquei realmente muito feliz. Meu contrato com a Cáritas só durou até o fim de outubro de 2010, mas me trouxe uma experiência de vida extraordinária.*

*Hoje leciono no curso de Direito em uma Instituição de Ensino Superior, fazendo o que gosto e o que acredito. Tenho procurado me dedicar e fazer um trabalho com qualidade.*

*A Especialização em Docência do Ensino Superior (estou terminado o artigo de conclusão) me ajudou muito a compreender a importância do meu trabalho e a superar os desafios.*

*Tenho realizado o meu trabalho com toda a convicção de ter escolhido o caminho certo! Procuro desenvolver nas minhas aulas os conteúdos técnicos aproximando-os da realidade do dia-a-dia! O estágio da Defensoria Pública e o trabalho da Cáritas me ajudaram a ver o Direito de uma forma diferente daquela repassada pelos professores na Faculdade.*

*Tenho buscado melhorar a cada dia. Em breve buscarei um Mestrado. Sei que nada na minha vida será fácil, mas creio que aos poucos tudo vai dar certo! Sou muito grata ao que meu trabalho me proporciona hoje. Posso proporcionar uma vida digna para minha família, uma vida simples, porém digna!” (Profª Pedrita<sup>21</sup>)*

O Diretor da Escola que concedeu a bolsa para a Profª Pedrita estudar era o pai do Prof Gilberto. O Prof Gilberto lecionou na turma onde a Profª Pedrita estudou. Anos depois, eles vieram a se encontrar nessa instituição de Ensino Superior onde o Prof Gilberto já trabalhava. Durante o relato naquela ocasião, a Profª Pedrita externou gratidão ao Prof Gilberto pela oportunidade que havia tido com a bolsa de estudos e como seus ensinamentos foram importantes em sua trajetória. Ele sentiu-se lisonjeado e retribuiu a gratidão. Com olhos marejados de lágrimas, a Profª Pedrita disse uma frase que me marcou: **“A educação ainda é a melhor forma de mudar a vida de uma pessoa.”** Sem dúvida, naquela cidade do extremo do país, a existência daquela instituição e de seus professores oportunizando ao povo brasileiro o acesso ao conhecimento tem sido fundamental.

Educar é transformar! E transformar a realidade local é o maior desafio, haverá obstáculos, mas os resultados são gratificantes.

Ficam estas histórias como exemplos para todos os professores que abrirem esta tese e um dia por algum motivo pensarem em desistir ou desacreditar da docência:

---

<sup>21</sup> Depoimento cedido gentilmente por meio de TLCE em 2012.



A lenda pessoal é aquilo que você sempre desejou fazer. Todas as pessoas, no começo da juventude, sabem qual é sua lenda pessoal. Nesta altura da vida, tudo é claro, tudo é possível, e não temos medo de sonhar e de desejar tudo aquilo que gostaríamos de fazer. Entretanto, à medida em que o tempo vai passando, uma misteriosa força começa a tentar provar que é impossível realizar a Lenda Pessoal. Esta força que parece ruim, na verdade está ensinando a você como realizar sua Lenda Pessoal. Está preparando seu espírito e sua vontade, porque existe uma grande verdade neste planeta: seja você quem for, quando quer com vontade alguma coisa, é porque este desejo nasceu na alma do Universo. É sua missão na Terra. (PAULO COELHO)

Há um propósito para cada um. Por meio de nossas atividades profissionais, seja em qualquer área, causamos impacto na vida do semelhante e do Planeta, e a docência é por excelência uma profissão que permite contribuir para a evolução e formação do ser humano, como já reiterado nesta tese:

Vivenciar na escola sistemas de valores e acompanhar a sua transformação é o desafio do educador. Propor e defender um sistema de valores subordinado à ética maior de respeito, solidariedade e cooperação é a missão do educador. (...) (D'AMBROSIO, 2008, p. 42)

E foi assim, que passei mais uma primavera de minha vida, recebendo presentes inesperados e surpreendentes. Missão cumprida, voltamos para casa com a mala cheia de lições de vida, que engrandecem a alma e o espírito. Afinal, como dizia o Prof Rubem Alves: “Não haverá borboletas se a vida não passar por longas e silenciosas metamorfoses”. E espero que muitos jequitibás floresçam pelo país afora...

## **1.2 Relevância e justificativa do tema de pesquisa**

Nos últimos anos houve uma expressiva expansão do acesso ao Ensino Superior. O Censo da Educação Superior divulgado pelo INEP/MEC (BRASIL, 2010) constatou que houve um crescimento de 7,1% de 2009 a 2010 no número de matrículas nos cursos de graduação. Segundo levantamento do INEP/MEC (BRASIL, 2010) este fato deve-se ao desenvolvimento econômico do país o que desencadeou procura por mão de obra especializada, bem como a implantação de políticas públicas para fomento à Educação Superior, como o aumento de vagas nas Universidades Federais e

programas que concedem bolsas e financiamentos aos estudantes, como o Prouni e o Fies<sup>22</sup>.

Como consequência houve aumento no número de Instituições de Ensino Superior, sobretudo as privadas, que conforme dados do MEC/INEP (BRASIL, 2010) totalizam 2099. Após um período de estagnação, reacendeu a procura pelos cursos de graduação em Engenharia, em parte devido ao reaquecimento do mercado de trabalho na área de Engenharia - com destaque para o ramo de Civil, Ambiental e Petróleo e Gás -, exigindo mão de obra qualificada.



Fonte: MEC<sup>23</sup>

**Fig. 3 – Cursos de Graduação mais procurados (2000-2011)**

Segundo o Censo da Educação Superior do Ministério da Educação<sup>24</sup>, divulgado em 2011, houve um crescimento no número de ingressantes nos cursos de Engenharia: 83% em 2010 em relação ao ano de 2009. Os cursos de Engenharia mais

<sup>22</sup> É um programa do Ministério da Educação, criado pelo Governo Federal em 2004, que concede bolsas de estudo integrais e parciais de 50% em instituições privadas de educação superior, em cursos de graduação e sequenciais de formação específica, a estudantes brasileiros, sem diploma de nível superior. (Disponível em: <http://siteprouni.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 mar. 2012). O Fundo de Financiamento Estudantil (Fies) é um programa do Ministério da Educação destinado a financiar a graduação na educação superior de estudantes matriculados em instituições não gratuitas. (Disponível em: <http://sisfiesportal.mec.gov.br/fies.html>. Acesso em: 26 mar. 2012)

<sup>23</sup> Crédito da figura: <http://guiadoestudante.abril.com.br/vestibular-enem/pela-primeira-vez-brasil-graduacoes-engenharia-tem-mais-calouros-curso-direito-738706.shtml>. Acesso em: 03 out. 2013.

<sup>24</sup> Dados coletados da reportagem intitulada “Total de calouros de engenharia no Brasil cresce 83% em 2010” (Folha de S. Paulo). Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/8338-total-de-calouros-de-engenharia-no-brasil-cresce-83-em-2010.shtml>. Acesso em: 03 out. 2013.

procurados foram: Engenharia Civil (24%), Engenharia de Produção (18,6%), Engenharia Mecânica (11,5%) e Engenharia Elétrica (11,3%). No vestibular para o ingresso na Universidade de São Paulo em 2012, a curso de Engenharia Civil liderou o ranking dos mais disputados: 52, 27 candidatos disputando uma das 60 vagas ofertadas no Campus de São Carlos, segundo dados divulgados pela Fuvest (SÃO PAULO, 2012).

Esta procura por vagas em cursos de Engenharia de instituições públicas também se repetiu nas instituições privadas (MÁXIMO, 2011). Em que pese este crescimento no número de vagas e respectivo ingresso, há como contraponto a questão da evasão, que segundo Oliveira (2011) – diretor da Abenge (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia) – é de 54%, havendo um déficit no número de engenheiros formados anualmente. Os técnicos do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) estimaram em um estudo realizado em 2010, que caso haja um crescimento na economia de 3% ao ano, o país necessitará de mais 60 mil engenheiros até 2012. Outra questão diz respeito à atuação do futuro engenheiro:

(...) para cada dois graduados em engenharia trabalhando em ocupações típicas da sua formação com carteira assinada, outros cinco formados na área trabalham em outras ocupações, estão desempregados, não são assalariados, emigraram ou estão fora do mercado de trabalho (...)

Contudo, Oliveira (2011) afirma que os cursos de Engenharia como são ofertados atualmente não são muito atrativos e propõe a revisão dos projetos pedagógicos dos cursos:

(...) O problema central hoje está no processamento das atividades, quer dizer, **nós encontramos muitas aulas sendo dadas hoje iguais às que eram ensinadas no começo do século passado**, onde o professor ficava na frente falando para uma porção de alunos sentados nas carteiras. Isso está superado. Isso não forma. **Outra questão é a atividade prática ou atividade contextualizada, onde o aluno deve aprender em situações o mais próximo possível do real.** Hoje, o que as empresas querem? **As empresas não estão muito interessadas no que o aluno sabe, mas no que ele sabe fazer com o que aprendeu na escola.** Isso só se desenvolve através de atividades de contextualização do conhecimento que ele vai adquirindo, ou seja, **o aluno ao estudar um conceito tem de ver como este conceito é aplicado na prática, como é que ele acontece dentro de uma empresa ou numa situação real ou num problema real de engenharia.** ( grifo nosso)

Esta afirmação coloca em xeque a qualidade dos cursos ofertados que tem sido severamente criticada. O ingresso de estudantes com defasagem de conteúdos de Matemática e Física, a falta de infraestrutura de grande parte das instituições de Ensino

Superior com laboratórios precários, grade curricular excessivamente teórica e pouco relacionada ao desenvolvimento de competências e habilidades para o exercício profissional, são alguns dos problemas pelos quais o ensino de Engenharia no Brasil enfrenta. Cordeiro (2008) assevera a crítica feita em relação à qualidade dos cursos de Engenharia ofertados:

(...) Há ilhas de excelência e **um grande contingente de escolas de qualidade duvidosa ou pelo menos que deveriam ser discutidas um pouco mais**. Um problema é que hoje há quase tantas vagas no diurno quanto no noturno, período no qual sabemos que a qualidade pode não ser tão boa porque **os alunos normalmente têm outras atividades ou até uma formação mais precária no ensino médio**. Portanto, não adianta apenas dispor de vagas, é preciso dar a capacitação necessária, mas não temos uma radiografia tão clara dessa situação. (grifo nosso)

Em relação à formação no Ensino Médio, especificamente tratando-se de conhecimentos matemáticos básicos, perceptível é o nível de defasagem apresentado pelos alunos ingressantes nos cursos de Engenharia (FERREIRA e BRUMATTI, 2009). Gomes, Frant e Powell (2011, p.1) afirmam que os alunos de Engenharia apresentam grande dificuldade em “compreender os conceitos matemáticos e aplicá-los em problemas de suas áreas de atuação.”

A defasagem dos conteúdos afeta consideravelmente o desempenho dos alunos de Engenharia em disciplinas como Cálculo Diferencial e Integral (NASSER, 2004) e Álgebra Linear (MACHADO, 2004; BRONDINO e BRONDINO, 2012). Para termos uma ideia deste panorama, Cury (2005, p. 3) apresenta uma tabela sobre a porcentagem de aprovação dos alunos dos cursos de Engenharia na disciplina Cálculo Básico da PUC/RS:

**Tabela 1 - Porcentagem de aprovação por curso**

Curso	Porcentagem de aprovação	
	2004/2	2005/01
Engenharia Química	65	65
Engenharia Civil	36	57
Engenharia da Computação	36	68
Engenharia Elétrica	46	43
Engenharia Mecânica	30	34
Engenharia Mecatrônica	46	84
Engenharia de Produção	29	46

Fonte: Cury (2005, p3)

Ou seja, o ensino de Engenharia tem sido pouco eficiente e eficaz (MASSON *et al*, 2006), deixando muitas vezes de acompanhar as mudanças ocorridas em virtude da globalização, do avanço tecnológico e das transformações ocorridas nas relações humanas na Sociedade da Informação, que tornam o acesso mais rápido à informação, refletindo nos mercados que se tornam mais competitivos e que necessitam de profissionais que atendam às novas demandas. Masson *et al* (op.cit) acreditam, inclusive, que o ensino de Engenharia deva propiciar o desenvolvimento de habilidades polivalentes, o que favorece a chamada *lifelong learning*<sup>25</sup>. Nesse sentido, Colenci (2000, p.3) afirma que “o desafio em termos de qualidade do ensino de Engenharia está baseado em buscar um novo modelo que incorpore as mudanças tecnológicas e sociais e ofereça alternativas que valorizem o processo de ensino-aprendizagem.” A autora (2000, p. 3-4) prossegue afirmando que:

Desta forma, o ensino de Engenharia não vai estar atendendo somente às necessidades do mercado mas também da própria sociedade que (...) espera dos profissionais: **inteligência e conhecimento adaptados a um novo perfil profissional; qualificação profissional para o exercício da cidadania; capacidade de lidar com novos parâmetros de difusão de conhecimentos dados pela informática e meios de comunicação de massa e contribuição para recuperar/ construir a dimensão social e ética do desenvolvimento econômico.** (grifo nosso)

Esta autora atrela a formação em Engenharia às inovações tecnológicas, às questões ambientais e ao exercício da cidadania, no sentido de que as atividades profissionais causam um impacto na sociedade. A execução de trabalhos em Engenharia, por exemplo, prescindem de análise, de projetos, de relatórios de impactos ambientais, uso de equipamentos modernos que reduzam os custos e o tempo de consecução das obras, a utilização de materiais sustentáveis, o uso de equipamentos de

---

<sup>25</sup> Por *lifelong learning* entende-se “aprendizagem como uma atividade contínua, estendendo-se ao longo da vida” (VALENTE, 2001, p. 27). O referido autor (op.cit) pontua sobre a importância de se manter a aprendizagem continuada em virtude das exigências do mercado de trabalho: “A necessidade de continuar a aprender, mesmo depois de formado, tem sido atualmente a tônica do mercado produtivo. As pessoas que ocupam hoje qualquer tipo de emprego sabem que devem estar se aprimorando constantemente como forma de se manterem atualizadas e de vencerem novos desafios. Neste sentido, a aprendizagem continuada apresenta-se como uma condição necessária para manter a posição de trabalho que elas ocupam.” Nessa seara, discute-se a questão do que venha a ser profissão, profissional, profissionalização e profissionalidade. Faremos a distinção a título de conhecimento, segundo Cunha (2011, p. 569): “Garcia (1995) afirma que o termo profissão marca diferenças qualitativas com respeito ao ofício, à ocupação e ao emprego. Essa condição favorece o uso da palavra profissional para referir grupos de pessoas com uma elevada preparação, competência e especialização. (...) a profissionalização é um processo histórico e evolutivo que acontece na teia das relações sociais e refere-se ao conjunto de procedimentos que são validados como próprios de um grupo profissional, no interior de uma estrutura de poder. (...) Já a profissionalidade, tomando as palavras de Gimento Sacristan (1993), pode ser percebida como a expressão da especificidade da atuação dos profissionais na prática, isto é, o conjunto de atuações, destrezas, conhecimentos, atitudes, valores ligados a ela, que constituem o específico da profissão.” A autora afirma que o conhecimento desses conceitos são importantes para se compreender a formação do sujeito e seu desempenho profissional.

proteção individual pelos empregados na execução das obras e sua exigência legal, entre outros.

Seguem esta linha de pensamento, Masson *et al* (2006, p. 92) ao afirmarem que:

(...) o **engenheiro atual deve ter uma visão sistêmica de sua área de formação e de sua inter-relação com áreas correlatas**, sob o ponto de vista tecnológico, social, econômico e **ambiental**, bem como as seguintes habilidades e posturas: criatividade, capacidade e hábito de pesquisar; senso crítico; atuação em equipe; capacidade de gerenciar e liderar pessoal e ética profissional. (grifo nosso)

Os autores citados (*ibid*) enfatizam a relação da Engenharia com outras áreas do conhecimento, o que certamente favorece a interdisciplinaridade e consideravelmente a transdisciplinaridade, aspecto este que nos levou a desenvolver o projeto de pesquisa que desencadeou a tese ora apresentada. Kuester (2011, p. 197) inclusive enfatiza ser “especialmente importante aos alunos de Engenharia um ambiente de aprendizagem que proporcione uma conectividade na construção dos conhecimentos.”

No entanto, Masson *et al* (2006, p. 92) destacam a importância da formação acadêmica do futuro engenheiro, o que implica na qualidade do curso ofertado, conforme discutido anteriormente, afirmando ser necessário uma “forte formação básica”, além de “capacidade de conceber e operar sistemas complexos, competências para usar recursos computacionais (...), pleno domínio dos conceitos de qualidade total, segurança do trabalho e preservação do meio ambiente, bem como compreensão de aspectos administrativos e legais.” Ressaltamos que este último aspecto, foi o elemento mediado pela Matemática, por meio da prática da modelagem de situações jurídicas por um grupo de bacharelados em Engenharia Ambiental, na pesquisa qualitativa que será exposta mais adiante nesta tese. Comumente, o engenheiro enfrentará situações que envolvem a legislação, seja com normas de segurança do trabalho, seja com questões trabalhistas, e, sobretudo, aquelas que envolvem questões ambientais, como licenciamento ambiental e outras especificadas no Capítulo 3 desta tese, que aborda as atribuições do Engenheiro Ambiental.

A questão da formação básica do futuro engenheiro reporta-se à constituição da grade curricular do curso. O curso de Engenharia é precipuamente constituído por

disciplinas direcionadas à área de Ciências Exatas, com predominância de Matemática e Física e suas subáreas. Em Física, geralmente a abordagem está relacionada às situações concretas – resolução de problemas contextualizados relativos ao cotidiano profissional, além da tradicional abordagem dos fenômenos físicos e seus problemas-tipo-, bem como relacionadas ao campo de atuação do futuro engenheiro, além de aulas de laboratório nas quais os alunos podem observar os fenômenos estudados teoricamente, realizando experimentos, manipular dispositivos utilizados no exercício profissional de engenheiro, bem como exercitar a criatividade desenvolvendo inovações tecnológicas.

Em Matemática<sup>26</sup>, as aulas em geral, destinam-se à aprendizagem, muitas vezes mecânica de algoritmos e abordagem mínima de situações-problemas contextualizadas, acrescentando a ausência do uso de softwares para geração de gráficos e diversos cálculos, além da falta de integração das disciplinas relacionadas à área de Matemática com outras áreas:

Do ponto de vista do ensino e da aprendizagem (...) a integração da matemática com outras áreas do conhecimento não é, em geral, levada em consideração e, muitas vezes, é trabalhada de forma desvinculada da problemática que lhe deu origem. Trabalha-se a matemática por si mesma, de forma compartimentada e espera-se que, ao final do curso, os alunos sejam capazes de estabelecer relações e aplicá-las em diferentes situações. Esta prática de sala de aula, que separa a matemática do cotidiano dos alunos, cria-lhes, no nosso entendimento, um conflito cognitivo, uma vez que ao aluno, durante sua formação, não lhe é dada oportunidade de integrar os conhecimentos, porém, no desenvolvimento de suas atividades profissionais, essa integração se faz necessária e lhe é exigida. (BISOGNIN, BISOGNIN e ISAIA, 2009, p. 81)

Nesse sentido, Belhot (1997, p. 87 – 88) ao analisar o Ensino de Engenharia pontua que:

(...) o aprendizado, entendido como resultado do processo de ensino, está baseado na solução de problemas “escolhidos”, mediante a aplicação de uma sequência de passos pré-estabelecidos. Isto quer dizer que o ensino ocorre mediante um “livro de receitas”, onde o ponto fundamental é a acumulação do conhecimento e a capacidade de reproduzir esses conhecimentos em situações controladas, definidas ou estruturadas. Assim, a formação profissional está apoiada no desenvolvimento da habilidade de resolver problemas, com pouca ênfase na estruturação do processo decisório.

Por sua vez, no início do curso, os alunos se defrontam com disciplinas da área de Ciências Sociais Aplicadas, como Noções de Direito e Administração, que

---

<sup>26</sup> Beltrão (2009) *apud* Fecchio (2011, p. 27) explica que “as disciplinas matemáticas ministradas em cursos que não formam matemáticos são denominadas de “Matemática para curso de serviço”.

contribuem para a formação humanística. Em sua maioria, não contabilizam 5% da grade curricular e não recebem a atenção devida, uma vez que as disciplinas da área de Ciências Exatas são “as que de fato reprovam”, “são as mais importantes porque o futuro engenheiro fará muito cálculo”, entre outras justificativas apresentadas pelos próprios alunos.

Há como pode se ver, uma ênfase no desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao pensamento matemático e à compreensão de fenômenos físicos. Nesse sentido, como reiterado por outros autores já citados, há necessidade de que o Ensino de Engenharia possibilite o desenvolvimento de habilidades técnicas que atendam as exigências do mercado de trabalho, mas também de características pessoais, posturas, condutas, raciocínio crítico sob um olhar interdisciplinar e holístico (MARCHETTI, 2001) e que as disciplinas que envolvem os ramos da Matemática atribuam novos significados para os conteúdos matemáticos, como coloca D’Ambrósio (1996, p. 7):

Vejo a disciplina matemática como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural.

Muzzi (2004, p. 39) corrobora com D’Ambrósio (op.cit):

(...) não é hora de buscarmos ressignificar a Matemática com a qual trabalhamos? (...) Não é hora de buscarmos uma Matemática que instrumentalize o cidadão para atuar e transformar a realidade em que vive? Uma Matemática crítica, que o ajude a refletir sobre as organizações e relações sociais? Uma Matemática próxima da vida, útil, compreensível, reflexiva? Uma matemática que não se mostre perfeita, infalível, mas que seja capaz de ajudar e encontrar soluções viáveis?

Cardella (2007), contudo, afirma que há uma há uma crença entre alguns engenheiros que já atuam, de que a Matemática que aprenderam na faculdade não é aplicável ao seu trabalho diário. Cardella (2008) ainda ingressa na seara da prática docente nos cursos de Engenharia e acredita que além do conhecimento do conteúdo matemático que é necessário para a prática de Engenharia, os professores devem considerar estratégias de resolução de problemas, recursos e sua utilização, crenças e afetos, práticas matemáticas e do ambiente em que a Matemática é ensinada.



No campo cognitivo, o desenvolvimento de habilidades e competências para o exercício profissional são ressaltadas por Spiro *et al* (2003), que elaboraram a Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Estes autores acreditam que diante de um mundo cada vez mais complexo, com as organizações apresentando uma estrutura mais horizontal do que vertical, que exige maior responsabilidade e iniciativa individual, seja necessário desenvolver conhecimentos de forma flexível, para que o indivíduo adquira uma noção mais clara das situações que irá enfrentar e das soluções que irá propor. E as disciplinas da área de Matemática no Curso de Engenharia são potencializadoras do que dizem Spiro *et al* (2003) por apresentarem um caráter interdisciplinar.

Além do mais, os ambientes de Modelagem Matemática em sala de aula como defende Ferruzzi (2003, p. 3) contribuem para o desenvolvimento do processo investigativo, pois o aluno “(...) tem a oportunidade de reunir dados, formular questões, tratar informações e avaliar diferentes estratégias de resolução, comparar resultados e desenvolver a sua capacidade de argumentação diante da solução escolhida.” E aponta outros benefícios da utilização da MM em sala de aula, como a “(...) interação dos estudantes por meio de trabalhos em equipes.”

Por outro lado, os ambientes de MM são bastante propícios para se desenvolver competências e habilidades globais, além daquelas previstas em uma única disciplina, que possibilitem ao indivíduo articular seus conhecimentos em diferentes instâncias. É o que pontua Carminati (2008, p.4):

**Hoje, o grande desafio é fazer o aluno compreender o seu papel na sociedade, de agente ativo e transformador da sua realidade, e a importância da Matemática no seu dia-a-dia.** As aplicações da modelagem matemática, com o desenvolvimento crescente das tecnologias de informação, abrem-se, contudo, para os mais diversos campos do conhecimento e dos interesses tecnológicos e econômicos: desde o futebol, para dirimir dúvidas sobre lances polêmicos do jogo, passando por programas mais sofisticados, como o Juiz Virtual, até as aplicações em medicina, em biomatemática, em economia e finanças, em meteorologia, em meio ambiente, em manutenção de equipamentos pesados e de alta complexidade, em música, em administração e planejamento de projetos empresariais, em inteligência artificial. Enfim, nos mais diferentes aspectos da vida e de suas manifestações culturais. A modelagem matemática tem como pressuposto que o ensino e a aprendizagem da Matemática podem ser potencializados ao se problematizarem situações do cotidiano. (grifo nosso)

Em alguns cursos de Engenharia, como é o caso de Engenharia Ambiental há uma disciplina específica para Modelagem, no caso Modelagem de Sistemas

Ambientais, uma modelagem bem específica, como a utilização da modelagem para a simulação de eventos hidrológicos (BOTH *et al*, 2008). Isso não indica que outras disciplinas do Curso de Engenharia Ambiental não possam utilizar atividades de Modelagem para ressignificar conteúdos matemáticos, introduzir conceitos matemáticos, abordar fenômenos físicos, entre outros objetivos que sejam traçados pelo professor, incorporando-a à prática pedagógica, como coloca Caldeira, (2005, p.2):

Colocar a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem, ou seja, como uma metodologia, é restringi-la e limitá-la, deixando-a muito aquém daquilo que realmente podemos aproveitar, instituindo-a nas salas de aula, como prática pedagógica [...]

Ademais, D'Ambrósio (1986), Bassanezi (2002), Barbosa, (2001a, 2001b) entre outros autores, sempre defendem a inserção da MM nas aulas, sob uma perspectiva que consagre a realidade e que possibilite aos alunos perceber a papel da Matemática na sociedade. De mesma ideia comungam Bisognin, Bisognin e Isaia (2009, p. 82) ao afirmarem que:

A modelagem permite o desenvolvimento do aspecto formativo do aluno, pois, por meio da construção de modelos matemáticos ele pode interpretar fenômenos e fatos da realidade e utilizar esse conhecimento para agir sobre ela no intuito de tentar transformá-la.

Bassanezi (2002, p.17) segue o que postulam os autores citados anteriormente e destaca o papel da MM na formação cidadã:

(...) É necessário buscar estratégias alternativas de ensino-aprendizagem que facilitem sua compreensão e utilização. A modelagem matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia a teoria e prática, motiva seu usuário na procura de entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la. Nesse sentido, é também um método científico que ajuda a preparar o indivíduo para assumir seu papel de cidadão (...)

Biembengut, Hein, e Loss (2009), Pegollo (2005), Almeida, Fatori e Souza (2007), Oro e Kripka (2011), Silva (2007), Franchi (1991, 1993, 1994, 2002), Laudares e Gazire (2007), Gallardo (2010), Franzini e Ferreira (2009), Gómez i Urgellés (2004) defendem a utilização da Modelagem Matemática nos cursos de Engenharia.

Gómez i Urgellés (2004) destaca que a MM no curso de Engenharia promove a interdisciplinaridade e apresenta a relação da Matemática com a realidade e com o ambiente profissional, além de estimular o interesse pela descoberta e despertar a

criatividade. Silva (2007, p. 5) também defende o caráter interdisciplinar da MM nos cursos de Engenharia:

Assim, a Modelagem Matemática, como uma das tendências em Educação Matemática, é apresentada como uma proposta metodológica de forte caráter interdisciplinar, um instrumento valioso para resgatar nos alunos, de todos os níveis, o gosto e o prazer em aprender Matemática e, sobretudo, vista como uma ferramenta para acessar e compreender o mundo.

Moussavi (1998) defende a utilização da MM nos cursos de Engenharia devido ao avanço tecnológico, pois permite que os engenheiros projetem, desenvolvam e otimizem novos sistemas, além de evitar consequências de decisões técnicas imprecisas e exercitar a criatividade dos engenheiros na busca das soluções.

Além do mais, para Marcheti (2001, p. 33) o diálogo entre a Engenharia e outras áreas do conhecimento é fundamental para que o futuro engenheiro possa “(...) escolher e criar sua área de atuação de acordo com suas habilidades e características regionais mercadológicas.” Afinal, num mercado competitivo como o atual, as organizações valorizam o capital humano para que os seus colaboradores aumentem seu potencial, agregando valor à organização e desenvolvendo competências e habilidades que tragam soluções criativas, inovadoras, e para tanto, têm investido na gestão do conhecimento.

Essa integração da Engenharia Ambiental com outras áreas do conhecimento, fez com que Brito (2010, p. 37) propusesse a criação de um vocabulário controlado, denominado de vocabulário ambiental, pois “(...) hoje no Brasil existe uma vasta legislação que compreende a Engenharia Ambiental, regulamentando desde os processos de licença ambiental até a recuperação de áreas degradadas, emissão de poluentes e contaminantes e etc.”

Essa foi a linha pela qual nos guiamos para desenvolver esta pesquisa, atentando-se para a formação acadêmica e profissional do futuro engenheiro ambiental. Para tanto, procuramos ir mais além, adotando um caráter transdisciplinar para a proposta de uma atividade de MM em um Curso de Engenharia Ambiental, dada a complexidade do mundo moderno e as relações entre o Homem e o Meio Ambiente. Nesse sentido, D’Ambrósio (2001, p. 17) afirma que:

A questão ambiental se apresenta com urgência como tema central nos programas escolares. Dificilmente, essas questões poderão ser abordadas sem matemática. Isso implica a apresentação de novos conteúdos e metodologias

que permitam capacitar o aluno para o fazer matemático, como aquilo que a modelagem possibilita.

Nessa mesma trilha, seguem Ferreira e Wodewotzki (2003, p. 105-106) pontuando que:

O conteúdo matemático relacionado com essas questões ambientais pode ser utilizado como importante instrumento para investigação, indagação e reflexão, contribuindo para a formação de cidadãos participantes na vida social e política, principalmente em relação aos problemas do meio ambiente que afetam o nosso planeta.(...) Além disso, o envolvimento da Modelagem Matemática com a Educação Ambiental pode contribuir para a formação de um indivíduo ético, criativo e crítico, e que possa viver em uma sociedade de forma participativa, com uma responsabilidade social.

Por conseguinte, Hori e Renofio (2008, p. 8) ressaltam a importância da formação do futuro engenheiro ambiental e seu caráter abrangente e integrador:

(...) o engenheiro ambiental deve se caracterizar por ser detentor de adequada fundamentação teórico – metodológica com suporte para uma atuação competente marcada pelo entendimento integrado do meio ambiente, considerando individualmente cada sistema natural, bem como suas relações e interações com as atividades humanas. Exige-se que o profissional a ser formado possua uma capacitação abrangente e integrada sobre os processos físicos, biológicos e antrópicos envolvidos nos processos de transformação da natureza, pois terá um papel preponderante nas equipes multidisciplinares que estabelecerão as bases dos projetos a serem implantados.

Por outro lado, houve a preocupação com a formação crítica e cidadã deste futuro profissional e para tanto, a modelagem matemática apresentada nesta tese adotou uma perspectiva sociocrítica associada a outras perspectivas, uma vez que:

(...) em relação a perspectiva sociocrítica da Modelagem, que as **possibilidades voltam-se para a percepção da modelagem como um instrumento pedagógico que deve contemplar outros interesses que extrapolam os aspectos matemáticos em si, e que têm a ver com a imersão do estudante em questões sociais, econômicas, ambientais, culturais, etc**, diretamente relacionada com as situações geradoras do trabalho com a modelagem. Nessa vertente incluo os trabalhos com a modelagem realizados com base em um processo de aprendizagem que leve em conta a participação ativa dos educandos a partir do estudo de situações problema presentes no seu cotidiano, que se espelhem nos fundamentos da Educação Crítica e que estejam voltados para a conscientização e para a ação políticas do estudante. (JACOBINI, 2007, p. 130, grifo nosso)

Sendo assim, para alcançarmos os objetivos traçados, adotamos o enfoque transdisciplinar e considerando-se também os aspectos cognitivos, propusemos um Curso de Formação Acadêmica e Profissional voltado para uma turma de graduandos do

1º semestre do Bacharelado em Engenharia Ambiental de uma Instituição de Ensino Superior Privada, localizada no município de São Paulo. Durante o Curso, os alunos puderam modelar matematicamente relações jurídicas sob a ótica da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

Baseando-se nas ideias da Teoria Triárquica da Inteligência de Robert Sternberg (1985, 1988, 1993, 2000, 2005), nos trabalhos de Sternberg *apud* Afonso (2007) e nas ideias de Robert Ennis (1991, 1993, 1996, 2011) sobre o pensamento crítico, elaboramos indicadores de estruturação do pensamento matemático para verificar indícios de flexibilidade cognitiva na elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas.

### 1.3 A questão de pesquisa e suas hipóteses

Deste modo, e diante das justificativas anteriormente expostas, apresentamos a seguinte questão de pesquisa:

*Como se opera a flexibilidade cognitiva no processo de elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas em domínios complexos ou mal estruturados com enfoque transdisciplinar por alunos do 1º semestre do Bacharelado em Engenharia Ambiental e que conhecimentos matemáticos podem ser mobilizados?*

A questão de pesquisa elegeu as seguintes hipóteses:

**Hipótese 1:** A fragmentação do conhecimento no Ensino Superior interfere na formação acadêmica e profissional dos bacharelados em Engenharia Ambiental, reduzindo a visão acerca de seu papel na sociedade e limitando sua esfera de atuação.

**Hipótese 2:** As situações de aprendizagem baseadas na Modelagem Matemática de relações jurídicas propiciam a mobilização de conhecimentos matemáticos integráveis a outras áreas do conhecimento, pois exigem flexibilidade cognitiva do aluno na elaboração dos modelos matemáticos sob diversas perspectivas, num ambiente onde as interações sociais constituem um aspecto relevante no processo

de modelagem, o que lhe proporcionará uma formação acadêmica e profissional holística, desenvolvendo-se a criticidade e a criatividade, e estimulando a reflexão.

No entanto, o caminho para se chegar à resposta da questão de pesquisa prescindiu de outras questões subjacentes que levantamos e que circundam o universo desta pesquisa:

- Quais fatores favorecem a mobilização dos conhecimentos matemáticos, intramatemáticos e extramatemáticos num Curso de Graduação em Engenharia Ambiental?
- Quais os ramos do Direito que possibilitam situações de modelagem matemática?
- Que competências e habilidades sob o enfoque transdisciplinar são desenvolvidas num ambiente de Modelagem Matemática em um Curso de Graduação em Engenharia Ambiental?
- Que situações didáticas podem ser elaboradas de modo a propiciar a modelagem matemática de situações jurídicas?
- Como deve ser abordado o saber ensinado de conteúdos jurídicos em Curso de Graduação em Engenharia Ambiental de modo que se torne significativo?
- A flexibilidade cognitiva é utilizada apenas para preparar o aluno para um conceito mais complexo?

Desta forma, para respondermos à questão de pesquisa traçamos um percurso que considerou o estudo de teorias de ensino e aprendizagem, bem como a execução de uma pesquisa qualitativa caracterizada por um estudo de caso, cuja análise dos resultados nos forneceu elementos para responder à questão suscitada. Sendo assim, o percurso considerado é em síntese exposto nos tópicos a seguir.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

O objetivo central deste trabalho é investigar como a flexibilidade cognitiva se opera no processo de elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas em domínios complexos ou mal estruturados com enfoque transdisciplinar e quais

conhecimentos matemáticos podem ser mobilizados por bacharelados do 1º semestre do Curso de Engenharia Ambiental nesse ambiente de Modelagem Matemática.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos delineados nesta tese pautaram-se por considerar os sujeitos que participam do processo ensino – aprendizagem (professor mediador e aluno), o objeto do processo ensino – aprendizagem (os conhecimentos matemáticos mobilizados pelos alunos em um ambiente de modelagem matemática de relações jurídicas); o meio pelo qual se desencadeia o processo ensino – aprendizagem (as práticas docentes no Ensino Superior, especificamente no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) e a questão institucional (abrangendo o aspecto curricular). Sendo assim, apresentamos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o processo de modelagem matemática de relações jurídicas desenvolvido por um grupo de bacharelados em Engenharia Ambiental, identificando quais conhecimentos (matemáticos, intramatemáticos e extramatemáticos) foram mobilizados e quais dificuldades emergiram no processo de modelagem.

- Verificar as relações decorrentes do processo de modelagem matemática sob o enfoque transdisciplinar e seus reflexos na formação acadêmica e profissional dos bacharelados em Engenharia Ambiental, como o fomento à cidadania e a Educação Matemática Crítica.

- Identificar indícios de flexibilidade cognitiva dos bacharelados em Engenharia Ambiental na modelagem matemática de relações jurídicas por meio de indicadores.

- Incentivar a criatividade dos alunos, possibilitando que criem meios próprios e autênticos de solucionar problemas por meio da modelagem e que a solução possa se concretizar com a intervenção em sua realidade, visando melhorar a relação entre os sujeitos e entre sujeitos e Meio Ambiente.

## 1.5 Metodologia e Procedimentos de Pesquisa

Entendemos por pesquisa a atividade básica da Ciência na sua indagação e construção da realidade. É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação. Ou seja, nada pode ser intelectualmente um problema, se não tiver sido, em primeiro lugar, um problema da vida prática. As questões da investigação estão, portanto, relacionadas a interesses e circunstâncias socialmente condicionadas. São frutos de determinada inserção no real, nele encontrando suas razões e seus objetivos. (MINAYO, 1994, p. 17)

As técnicas e instrumentos utilizados na coleta de dados durante o Curso de Formação Profissional e Acadêmica foram observação, questionários a priori, intermediário e a posteriori e um conjunto de atividades, que propiciaram situações de aprendizagem.

Além do mais, esta pesquisa configurou-se pela abordagem qualitativa centrada no método do estudo de caso. Optamos por utilizar o estudo de caso como método de investigação para encaminhamento desta pesquisa, uma vez que nos permitiu analisar detidamente um grupo específico em um ambiente de modelagem matemática. Como reiterado por Godoy (1995, p. 25), “o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente.” O autor (ibid) esclarece ainda que o estudo de caso “visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular.”

A pesquisa qualitativa está voltada para análise do processo em si e conforme colocam Bogdan e Biklen (1994), proporciona ao investigador compreender o significado que os sujeitos pesquisados atribuem às suas experiências, tanto prévias quanto aquelas vivenciadas durante a pesquisa. Daí, Ludke e André (1986) afirmarem que o estudo de caso qualitativo leva em consideração a interpretação do contexto social no qual estão inseridos os sujeitos pesquisados, uma vez que este contexto é um fator que implica no modo de pensar e agir dos sujeitos.

Como coloca Ponte (2006), o estudo de caso tem se tornado recorrente nas investigações em Educação Matemática. O autor afirma que o estudo de caso tem o escopo de aprofundar os conhecimentos sobre a identidade e as características de uma



entidade específica, que pode ser uma pessoa, um curso – como foi nesta pesquisa –, uma instituição, um sistema educativo, uma disciplina.

Yin (1989, p. 23) pontua que “o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas.” Segundo McClintock, Brannon e Maynard-Moody (1983, p. 150), os objetivos do estudo de caso são “capturar o esquema de referência e a definição da situação de um dado participante, permitir um exame detalhado do processo organizacional e esclarecer aqueles fatores particulares ao caso que podem levar a um maior entendimento da causalidade.”

Esta pesquisa também envolveu o levantamento bibliográfico e documental, além da observação participante, entrevistas e questionários.

O levantamento bibliográfico e documental constituiu o cerne da fundamentação teórica deste trabalho, abordando as ideias dos principais autores da área de Modelagem Matemática, das teorias de ensino – aprendizagem e posições filosófico – jurídicas, além da análise de documentos oficiais sobre o Ensino de Engenharia.

Acerca da utilização da observação, Marconi e Lakatos (2002, p. 88) afirmam que é adequada “(...) para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade.” E ainda afirmam que, “não consiste apenas em ver e ouvir, mas também, em examinar os fatos ou fenômenos que se deseja estudar.” Optamos pela observação participante periférica, no sentido de não adentrarmos no âmago das interações entre os sujeitos pesquisados, mantendo um distanciamento necessário para que os objetivos desta pesquisa se concretizassem.

As entrevistas foram concebidas na modalidade estruturada, realizadas via *email* e direcionadas aos operadores do Direito<sup>27</sup>, visando averiguar como tratavam da questão da inserção/relação dos parâmetros matemáticos no contexto jurídico. A entrevista é uma importante técnica de coleta de dados, pois permite ao pesquisador “(...) apreender o que os sujeitos pensam, sabem, representam, fazem, argumentam” (SEVERINO, 2007, p. 124).

---

<sup>27</sup> São denominados de operadores do Direito aqueles que atuam no meio jurídico como doutrinadores do Direito (juristas), advogados, magistrados (juízes de primeiro grau), Desembargadores dos Tribunais de Justiça e Tribunais Regionais Federais), membros do Ministério Público (procuradores de Justiça e Promotores de Justiça) entre outros. Todos contribuem para melhor administração do Poder Judiciário e da consolidação da doutrina jurídica brasileira.

Os questionários – *a priori*, intermediário e *a posteriori* – direcionados ao grupo pesquisado foram constituídos por questões fechadas e de múltipla escolha e questões abertas. Por outro lado, o registro dos dados foi efetuado por meio de filmagem e fotografia das atividades executadas pelo grupo pesquisado e das palestras ministradas. Os episódios filmados registraram as interações entre os sujeitos pesquisados durante as atividades propostas.

Para análise e interpretação dos dados extraídos do estudo de caso, utilizamos a análise estrutural – reflexiva<sup>28</sup> (TESCH, 1990), amparada pelos pressupostos contidos nas teorias de ensino – aprendizagem.

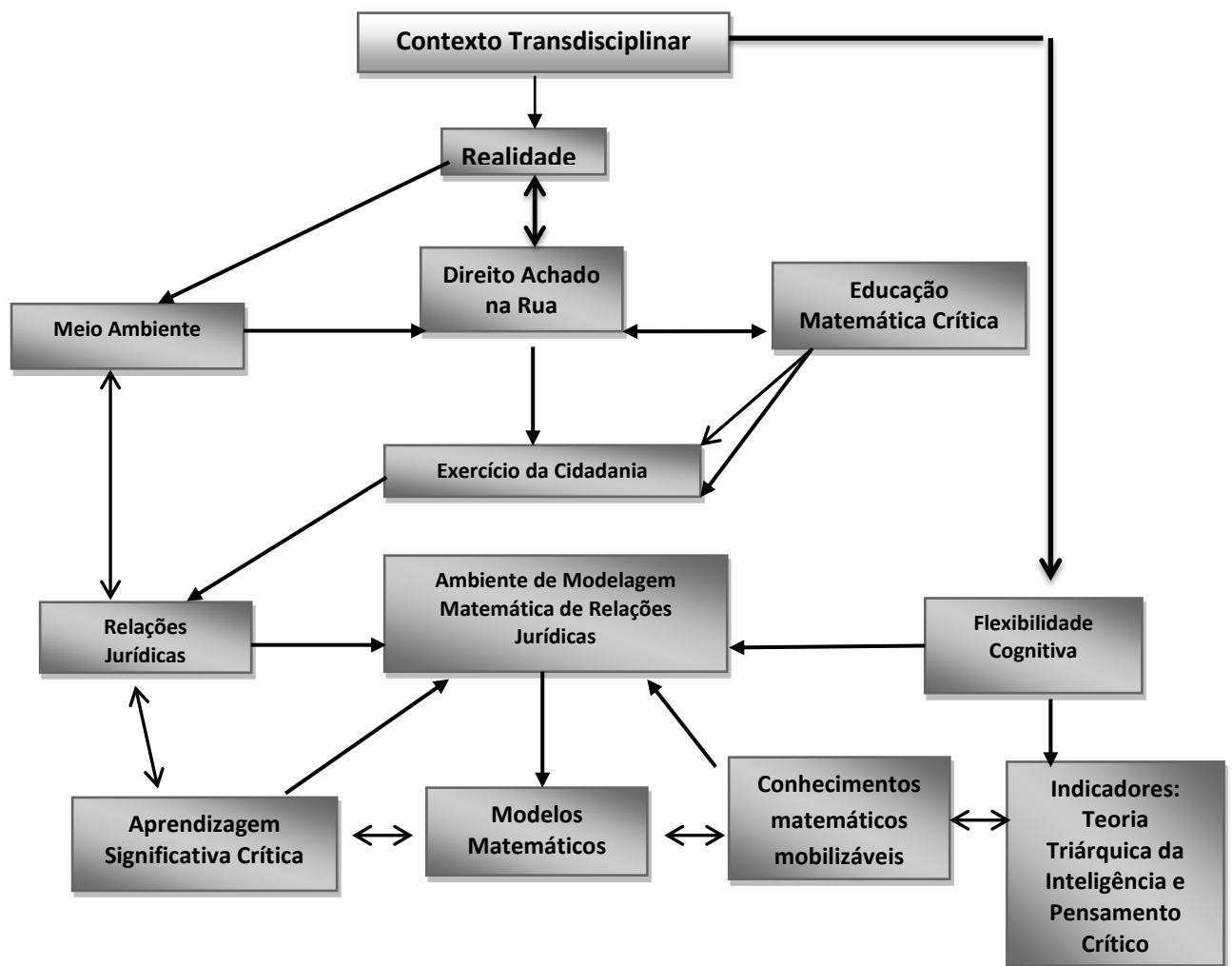
Para alcançar o objetivo delineado nesta pesquisa, foi elaborado um Curso de Formação Acadêmica e Profissional composto por um conjunto de atividades e material didático potencialmente significativo, com finalidade de contribuir para desencadear a flexibilidade cognitiva e auxiliar na mobilização dos conhecimentos matemáticos, necessários à construção de modelos matemáticos de relações jurídicas sob um enfoque transdisciplinar.

Para a concepção do Curso e suas atividades baseadas em *cases* sugeridos por Spiro *et al* (1988, 1992, 2003), adotamos a estrutura adaptada dos trabalhos de Carvalho (1998, 2000, 2011), Carvalho, Pinto e Monteiro (2002), Carvalho *et al* (2003), e Sousa (2004) sobre a Teoria da Flexibilidade Cognitiva e elaboramos uma matriz temática, montando uma arquitetura de Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC. Os indicadores foram elaborados com base nos trabalhos da Teoria Triárquica da Inteligência de Sternberg (1985, 1988, 1993, 2000, 2005), nos trabalhos de Sternberg *apud* Afonso (2007) e nos trabalhos de Ennis (1991, 1993, 1996, 2011) sobre o pensamento crítico.

A seguir apresentamos um esquema que demonstra as relações entre as teorias utilizadas nesta tese:

---

<sup>28</sup> Segundo Tesch (1990) o aspecto estrutural privilegia a análise dos dados com o objetivo de identificar padrões que possam esclarecer o fenômeno em estudo enquanto o aspecto reflexivo da análise tem como objetivo avaliar ou interpretar o fenômeno por meio do julgamento ou da intuição do pesquisador.



**Fig. 4 – Relação entre as teorias**

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos os pressupostos teóricos que embasaram a pesquisa relatada nesta tese e que estão relacionados à Modelagem Matemática, suas concepções, perspectivas e ciclos, com destaque para o trabalho do Prof Ubiratan D'Ambrósio, precursor da Modelagem Matemática no Brasil e suas contribuições para o ensino sob o enfoque da transdisciplinaridade. Apresentamos ainda, uma visão geral da Modelagem Matemática de relações jurídicas e a propositura de um ciclo. Tecemos considerações a respeito da Educação Matemática Crítica e suas relações com o campo jurídico, especificamente com o Direito Achado na Rua e com o Direito Ambiental. Seguem-se as teorias de ensino-aprendizagem, com especial atenção para a Teoria da Flexibilidade Cognitiva desenvolvida por Rand Spiro e colaboradores. No entanto, necessária será a abordagem, embora que breve, das concepções de Aline Robert (1987) sobre os níveis de conhecimentos esperados dos alunos que podem ser mobilizados durante a propositura de atividades de MM.

#### **2.1 Ubiratan D'Ambrósio: precursor da Modelagem Matemática no Brasil**

Abraçar a tarefa de relatar a trajetória profissional do Professor Ubiratan D'Ambrósio e sua expressiva participação no cenário das Investigações em Educação Matemática tanto em âmbito nacional como internacional, constitui-se um desafio, que no ano de 2007 merecidamente foi realizado pelo Prof Dr Wagner Valente (UNIFESP) no livro “Ubiratan D'Ambrosio: conversas; memórias; vida acadêmica; orientandos; educação matemática, etnomatemática; história da matemática; inventário sumário do arquivo pessoal.”

O livro relata em diversos artigos redigidos por pesquisadores, amigos e alunos, não só a trajetória profissional do Prof D´Ambrósio, mas também a história pessoal desse típico paulistano nascido em 8 de dezembro de 1932 e casado com Dona Maria José, com quem teve dois filhos: um deles dedicou-se à área jurídica – que também é a área de formação de Dona Maria José – e a filha seguiu os caminhos do Prof D´Ambrósio, trilhando o percurso da Educação Matemática e tornando-se professora da Miami University (Oxford, Ohio) nos Estados Unidos.



**Fig. 5 – Prof Ubiratan D´Ambrósio com sua filha Beatriz D´Ambrósio e amigos durante o ICEm-4<sup>29</sup>**

Em 2007, o Prof D´Ambrósio concedeu uma entrevista para a Revista Dialogia (2007, p. 15-16), na qual narra a sua formação e a qual reproduzimos alguns trechos abaixo:

*“Em 1951, entrei na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), onde fiz o bacharelado e a licenciatura em Matemática. Já em 1953, no 3º ano da faculdade, comecei a lecionar nos cursos ginásial e colegial (clássico e científico). Depois de formado, trabalhei também na PUCCAMP. Em 1958, tornei-me instrutor em tempo integral na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo. Nessa instituição, fiz o doutorado em Matemática e, em 1963, defendi minha tese em matemática pura.*

*Em 1961 transferei-me da EESC para a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, subordinada à Secretaria de Educação do Estado de SP, onde assumi a disciplina Álgebra e Análise Superior do curso de Licenciatura em Matemática. Em janeiro de 1964, fui convidado para ser pesquisador associado no Departamento de Matemática da Brown*

---

<sup>29</sup> Crédito da imagem: <https://picasaweb.google.com/jkrshirley/ICEm4#5514080409007440050>. Acesso em: 15 nov. 2013.

*University, em Providence, Rhode Island, nos Estados Unidos da América. Embora a intenção fosse afastar-me de Rio Claro por um ano, o golpe militar levou-me a permanecer nos Estados Unidos. Ali obtive um cargo de professor efetivo na State University of New York, em Buffalo. Atuava como professor nos cursos de graduação e pós graduação em Matemática, atuando também na pesquisa e orientação. Durante minha permanência nos Estados Unidos, dediquei-me à matemática pura.*

*Em 1970, aceitei ser, simultaneamente, responsável pelo setor de Análise Matemática de um projeto da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) que estava sendo implantado na República do Mali, na África, para a formação de doutores em matemática. (...) Em 1972, decidi voltar ao Brasil, para a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde fui Diretor do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação (IMECC), além de fazer pesquisa em matemática pura, dando continuidade à minha participação no projeto de doutorado da África e na UNICAMP. O primeiro orientando a obter o doutorado na UNICAMP foi Rodney Bassanezi, em 1977. (...)”*



**Fig. 6 - D´Ambrósio em 1981 com colegas<sup>30</sup>**

O retorno do Prof D´Ambrósio ao Brasil assinalou um momento importante, pois a partir daí, se iniciou a introdução da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática<sup>31</sup> e também surgia uma grande amizade com o Prof Bassanezi.

<sup>30</sup> Crédito da imagem: [http://owpdb.mfo.de/detail?photo\\_id=16050](http://owpdb.mfo.de/detail?photo_id=16050). Acesso em: 28 maio 2012.

<sup>31</sup> Fonte: Dados coletados do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (FURB). Disponível em: <http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Precursores>. Acesso em: 28 maio 2012.



**Fig. 7 – Prof Ubiratan e Prof Bassanezi durante o 16<sup>th</sup> International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications em Blumenau, 2013<sup>32</sup>**

A permanência nos Estados Unidos possibilitou ao Prof D´Ambrósio ter contato com as inovações que estavam sendo introduzidas para melhorar o ensino e a aprendizagem de Matemática, por meio de um programa de módulos e aprendizagem de Matemática que era realizado através de temas que deveriam ter aplicação em diversos contextos. Os módulos apresentavam o desenvolvimento de modelos matemáticos. Prof D´Ambrósio inspirado no que havia tido contato nos Estados Unidos, implantou a produção de materiais de apoio didático na forma de módulos e criou o primeiro Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática na UNICAMP. Os mestrados criados nessa época desencadearam teses sobre Modelagem e Etnomatemática que tiveram um alcance e repercussão no cenário educacional. O Prof Ubiratan também é considerado pai da Etnomatemática, que assim a define:

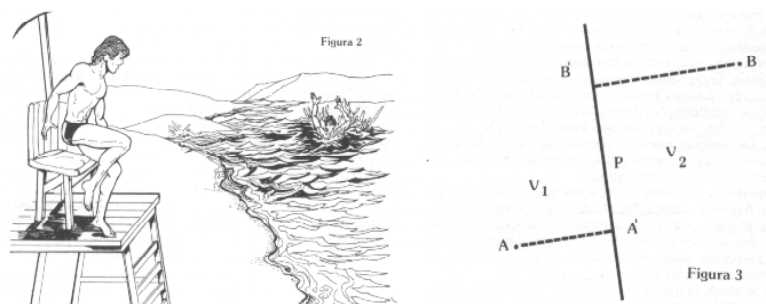
É a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender, de agir em diferentes contextos naturais e culturais (...) é uma teoria do conhecimento, implicando igualmente uma teoria de cognição (...). É uma análise histórica que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão, institucionalização e difusão do conhecimento em diversos sistemas culturais (...) (D´AMBROSIO, 1993, p. 91-92)

No Rio de Janeiro, na década de 70, Aristides C. Barreto, docente da PUC-Rio passou a utilizar a modelagem como estratégia de ensino nas disciplinas que lecionava. Ele teve contato com a modelagem quando cursou Engenharia. O Prof D´Ambrósio o convidou para proferir uma palestra na UNICAMP sobre modelagem, aumentando o interesse do Prof Bassanezi pela área, que a partir da década de 80 passou

---

<sup>32</sup> Crédito da imagem: acervo pessoal da autora da tese.

a promover cursos de pequena duração sobre modelagem e posteriormente a implantar o primeiro Curso de Pós-Graduação em Modelagem Matemática no Paraná.



**Fig. 8 – Modelagem Matemática: exercício proposto pelo Prof Ubiratan aos seus alunos da Unicamp na disciplina Cálculo Numérico<sup>33</sup>**

*“Modelagem Matemática, como processo de ensino-aprendizagem, surgiu entre nós mais por necessidade do que por acaso. Começou quando, num curso de especialização para professores de Matemática, foi trocado o enfoque de ensino clássico por atividades relacionadas a situações e problemas locais com características sociais, econômicas, ambientais etc. O conteúdo de Matemática era desenvolvido de acordo com a necessidade para resolver os problemas formulados que eram relacionados com o tema escolhido. Percebemos, então, que os problemas criados pelos alunos eram muito mais motivadores da aprendizagem que aqueles vindos de outras situações, apesar de terem conteúdos análogos aos seus. A criação de problemas novos era muitas vezes, mais interessante e atraente que sua própria resolução.*

*Esse procedimento de criação/resolução de problemas, enfocando o ensino-aprendizagem da Matemática ganhou força e tomou rumos distintos entre os pesquisadores da área de Educação Matemática. A justificativa de tal procedimento, junto às bases educacionais passou a dominar os congressos e encontros específicos da área em que a “Modelagem Matemática” tem se destacado mais pelas suas características do que pelo processo de criação de problemas com resoluções conceituais. Acreditamos que os dois ramos que surgiram com o desenvolvimento da Modelagem Matemática, teoria e prática, devam convergir para o mesmo objetivo: ensino-aprendizagem de Matemática.” (BASSANEZI, 2012, p. 7)*

O campo de atuação do Prof Bassanezi na Modelagem se concentra na Biomatemática. Juntamente com o Prof Dr João Frederico Meyer (UNICAMP) são considerados modeladores de destaque na área de Biomatemática (D’AMBROSIO,

<sup>33</sup> Imagem cedida gentilmente pelo Prof D’Ambrosio (2013, palestra no ICTMA). Esse desenho foi feito pelo filho do Prof Ubiratan.



2011b). O curso mais recente de Especialização Lato Sensu em Modelagem promovido pelo Prof Bassanezi e destinado aos professores da rede pública de ensino foi desenvolvido na UFABC, e pudemos acompanhar por cerca de 2 anos o seu desenvolvimento, desencadeando a publicação de um artigo sobre o curso. O curso foi encerrado em 2009.



**Fig. 9 – Curso de Especialização “Modelagem Matemática em Ensino Aprendizagem”<sup>34</sup> da UFABC**

O Prof Bassanezi lecionou na UFABC até maio de 2013, data em que se aposentou. Foi também docente da UNICAMP, de onde se aposentou do IMECC (Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica). Orientou Marineusa Gazzetta em sua dissertação de Mestrado intitulada “A Modelagem Como Estratégia de Aprendizagem na Matemática em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores” defendida em 1989 na Unesp de Rio Claro. Marineusa figura entre os professores que se engajaram no desenvolvimento na Modelagem Matemática na sala de aula na década de 80, realizando um trabalho pioneiro com formação de professores de Matemática na Unicamp onde trabalhou. Gazzetta faleceu em 2009 e tendo a oportunidade ímpar de conviver com D’Ambrosio e Bassanezi, ela conseguiu sintetizar a obra de ambos neste pensamento:

*“Etnomatemática é um paradigma, uma concepção, uma postura, não é uma estratégia de ensinar matemática; a estratégia vem da Modelagem. Pode-se fazer Modelagem sem etnomatemática, mas não etnomatemática em sala de aula sem Modelagem<sup>35</sup>.”*

<sup>34</sup> Crédito da figura: Primeira parte da figura: acervo da autora da tese. Segunda parte da figura disponível em: [www.ufabc.edu.br/index.php?...id...ufabc...2009...](http://www.ufabc.edu.br/index.php?...id...ufabc...2009...) Acesso em: 28 maio 2012.

<sup>35</sup> Marineusa Gazzetta. Disponível em: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/a/Meus%20documentos/Downloads/Marineusa%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/a/Meus%20documentos/Downloads/Marineusa%20(1).pdf). Acesso em: 20 mar.2012.

Em 2001, surgiu o Grupo de Trabalho (GT-10) de Modelagem Matemática da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, cujo objetivo é “favorecer o debate e a colaboração dos pesquisadores brasileiros que realizam investigações sobre Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, articulando o desenvolvimento desta frente de pesquisa no país.” (GT – 10, SBEM).

O GT - 10 tem organizado os dois principais eventos de Modelagem Matemática no Brasil: o Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM) e a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM). Além disso, o GT da Modelagem tem incentivado publicações importantes sobre Modelagem Matemática como livros e edições especiais em periódicos.

Outra importante iniciativa na área de Modelagem Matemática surgiu em 2006, por meio da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Salett Biembengut ao fundar o Centro de Referência da Modelagem Matemática no Ensino – CREMM. O CREMM, como ficou conhecido, tem “com o propósito de explicitar como a modelagem matemática foi introduzida e desenvolvida na Educação Matemática brasileira e dispor de um mapa referência de experiências e pesquisas realizadas.” (BIEMBENGUT, 2006)

Após ter plantado sementes que cresceram fortes na Matemática Pura e na Educação Matemática, nacionalmente e internacionalmente, o Prof Ubiratan, passou “à dedicar-se à pesquisa em história, sociologia e educação, principalmente em Ciências e Matemática.” (D’AMBRÓSIO, 2007, p. 16). Em 1995, recebeu o título de Prof Emérito da Unicamp. Recebeu diversos prêmios, entre eles o Prêmio Kenneth O. May em 2001, por sua contribuição na área de História da Matemática e a Medalha Félix Klein, em 2005, por sua contribuição para a área de Educação Matemática. Participou da elaboração da Declaração de Veneza de 1986 e da Carta da Transdisciplinaridade de 1994. Em 2007, foi tema de uma dissertação de Mestrado defendida na FEUSP por Benerval Pinheiro Santos, intitulada “Paulo Freire e Ubiratan D'Ambrosio: contribuições para a formação do professor de matemática no Brasil”.



**Fig. 10 - Ubiratan D'Ambrosio, Basarab Nicolescu e Santiago Genoves<sup>36</sup>**

Ministrou e ministra palestras pelo mundo inteiro, nas quais destaca os valores humanos e a educação voltada para a paz. Publicou diversos artigos e foi tema de muitos artigos também. Dentre os livros que escreveu, destacam-se: “Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade”, “Uma história concisa da Matemática no Brasil”, “Educação para uma sociedade em transição”, “Transdisciplinaridade”, “Educação Matemática: da teoria à prática” e “Da realidade à ação: reflexões sobre a Educação e Matemática”. Possui uma biblioteca em sua residência com um acervo impecável.



**Fig. 11 – Prof Ubiratan em sua biblioteca<sup>37</sup>**

Alexandre e Beatriz, filhos do Prof Ubiratan resumiram o conteúdo das obras do pai num texto<sup>38</sup> publicado em 2007:

---

<sup>36</sup> Crédito da imagem: [http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/GALERIE/Galerie\\_Venise\\_en.html#V13](http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/GALERIE/Galerie_Venise_en.html#V13) . Acesso em: 28 maio 2012.

<sup>37</sup> Crédito da imagem: <http://www2.fe.usp.br/~etnomat/site-antigo/HomenagemUbiratanDAmbrosio.htm> . Acesso em: 28 maio 2012.

<sup>38</sup> Texto “todos os sonhos do mundo”. Disponível em: <http://professorubiratandambrosio.blogspot.com.br/2012/01/todos-os-sonhos-do-mundo-um-relato.html>. Acesso em: 28 maio 2012.

*“Enfim, essa postura permite ao educador compreender seus alunos, seus sonhos, aspirações e o ambiente que os cerca. Dessa postura emanam os princípios de que todo ser humano tem algo a contribuir, de que todos merecem respeito e de que para cada um existe um papel importante a desempenhar na sociedade. Dessa visão emana sua fé no ser humano e a esperança de que a educação, quando baseada nesses princípios, pode levar a humanidade a realizar seus sonhos. Os conceitos de etnomatemática e transdisciplinaridade – ambos englobando a ideia da diversidade dos ambientes nos quais se desenvolve o conhecimento – são provavelmente as principais referências na obra de Ubiratan. Nesses conceitos estão embutidas as propostas de Ubiratan de introduzir, na educação, a valorização do indivíduo no contexto de sua própria cultura, buscando com isso recuperar a “humanidade” e a “ética” como valores a serem ensinados nas escolas. “*



**Fig. 12 - Michel Random, Ubiratan D'Ambrosio e Edgar Morin<sup>39</sup>**

O Prof Ubiratan sempre valorizou a docência e o papel do professor não apenas na contribuição para formação de conhecimentos, mas também para constituição do sujeito como ator de um espaço onde se configura a cidadania e a participação de todos para melhoria da sociedade.

*“(...) Talvez por esse motivo Ubiratan sempre tenha mencionado a carreira de Professor como a mais digna das profissões. Todas as demais são meras variantes dessa “profissão fundamental”. Uma vez, Beatriz indagava sobre o melhor título para chamar um personagem importante que nos visitava – seria Presidente? Senador? Governador? Ubiratan sugeriu usar sempre o título de “Professor”. Segundo ele, com esse título não haveria erro,*

<sup>39</sup> Crédito da imagem: [http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/GALERIE/Galerie\\_Arrabida\\_en.html#A25](http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/GALERIE/Galerie_Arrabida_en.html#A25). Acesso em: 28 maio 2012.

*pois não há título mais lisonjeador para um professor do que ser assim chamado. E, por essa influência, todos na família – esposa e filhos – exercemos, em algum momento de nossas carreiras, o magistério.”* (Alexandre e Beatriz D’Ambrósio, 2007)



**Fig. 13 - Ubiratan como Professor da turma da 4ª série, no pátio do Colégio<sup>40</sup>**

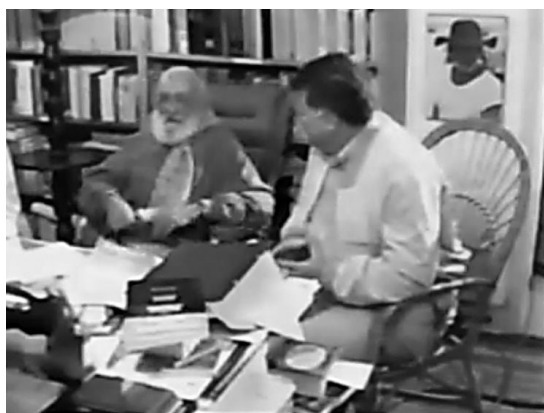
Quanto aos seus alunos, possui a sabedoria e a sensibilidade para perceber os reais anseios que norteiam os projetos de pesquisa e não foi diferente com a autora desta tese, que por sugestão do Prof Ubiratan, redirecionou o projeto original dando ênfase às formações acadêmicas em Matemática e Direito, unindo-as pela Modelagem.

*“Ubiratan sempre acreditou em seus alunos, sempre se dispôs a apoiá-los em seus sonhos e ideais. Até hoje testemunhamos exemplos de alunos que, em meio a uma tese de mestrado ou doutorado, telefonam em sua casa a qualquer hora, ou vêm visitá-lo. Pedem orientação, choram, muitas vezes querem desistir. Sempre de portas abertas, Ubiratan os recebe em sua biblioteca, os entusiasma, os incentiva. Invariavelmente, consegue encorajar cada aluno a redescobrir a grandeza da ideia que deu origem à sua tese e reavivar a paixão que primeiro os motivou, levando-os a retomar a busca de seus sonhos. (...) O amor pelo conhecimento é, sem dúvida, o fundamento da carreira de um mestre e professor. Nosso pai sempre fez do conhecimento – e da generosidade com que o partilha – seu princípio vital e sua mais importante obra. As personalidades com as quais convivemos, as inúmeras viagens, o gosto pelo conhecimento eclético... Tudo isso marcou nossa percepção do mundo e,*

<sup>40</sup> Crédito da imagem: <http://www.exalunos.portoseguro.org.br/destaques/UbiratanDAmbrosio/Default.aspx>. Acesso em: 28 maio 2012.

*certamente, a percepção que temos de nosso pai. Sem dúvida, a forma de conduzir sua vida e carreira ajudou Ubiratan a esculpir suas ideias, sua sensibilidade e sua apreciação da diversidade, fundamento de suas formas de pensar. (...) De fato, nosso Pai sempre teve – e partilhou com todos à sua volta – todos os sonhos do mundo. E, ao perseguir esses sonhos e ajudar os outros a fazê-lo, tem construído uma vida, uma família e uma obra.” (Alexandre e Beatriz D’Ambrósio, 2007)*

Ensinar e contribuir para a formação e evolução do ser humano, talvez constituam a missão que o Criador o incumbiu durante sua peregrinação terrena. Em 1996 encontrou-se com o educador Paulo Freire, que após uma conversa tão edificante, despediu-se dizendo as seguintes palavras sobre o Prof Ubiratan: “Com o D’Ambrosio você extrapola o adjetivo matemático (...) Eu acho que D’Ambrosio é na verdade até mais que um educador, ele é também um pensador da educação atual<sup>41</sup>.” Foi um encontro histórico entre duas personalidades da educação brasileira. No ano seguinte, no dia 2 de maio de 1997, Paulo Freire faleceu deixando um grande legado para a educação mundial com sua pedagogia libertadora.



**Fig. 14 – Prof Ubiratan com Paulo Freire em 1996<sup>42</sup>**

Prof Ubiratan lecionou em diversas instituições pelo mundo e colaborou e ainda colabora com várias instituições. É membro de várias sociedades científicas e integra diversos corpos editoriais. Ao longo de décadas, o Prof Ubiratan, testemunhou

---

<sup>41</sup> FREIRE, P. D’Ambrosio entrevista Paulo Freire. Disponível em: <http://nonio.fc.ul.pt/rvcc/matematica/entrevista.doc>. Acesso em: 10 nov. 2013.

<sup>42</sup> Crédito da imagem: <http://www.youtube.com/watch?v=245kJbsO4tE>. Acesso em: 28 out. 2013.

muitos fatos da história da humanidade, de guerra e de paz, pode ver a primeira vez que homem pisou na lua, a invenção dos computadores e mais recente a descoberta do Bóson de Higgs, entre tantos outros fatos e acontecimentos.

*“Em 1994, aposentei-me da UNICAMP e continuei minhas atividades de pesquisa e orientação nessas áreas, em outras universidades, com mais intensidade na PUC-SP, nos Programas de Pós – Graduação em Educação Matemática e em História da Ciência. Tenho orientado também na Faculdade de Educação da USP e no Instituto de Ciências Exatas e Geológicas da UNESP/Rio Claro.” (D’AMBRÓSIO, 2007, p. 16)*

De currículo invejável, o Prof Ubiratan continua inspirando muitos pesquisadores. Mais do que o legado que o professor e educador Ubiratan D’Ambrosio deixa para a educação mundial, fica o legado do homem, do ser humano, que com sabedoria soube olhar o outro e compreender seu universo, seus modos de interagir com o mundo quando descortinou as ideias da Etnomatemática.



**Fig. 15 – Com o Prof Henry Pollack (Columbia University - USA) e proferindo palestra na abertura do 16<sup>th</sup> ICTMA em 2013<sup>43</sup>**

Em 2011, durante a Conferência Interamericana de Educação Matemática em Recife – PE, Patrick Scott, professor da New Mexico State University e vice-presidente do Comitê Interamericano de Educação Matemática falando sobre a importância da contribuição do Prof Ubiratan para Etnomatemática, destacou uma de suas ideias mais relevantes expostas durante a 3<sup>a</sup> Conferência Internacional de

<sup>43</sup> Crédito da primeira figura: acervo pessoal da autora da tese. Crédito da segunda figura: <http://www.furb.br/cremm/ictma/photos1.html#1>. Acesso em: 28 out. 2013.

Etnomatemática<sup>44</sup> na Nova Zelândia (2006) e que se estendem à formação humana: “Ele nos deu uma visão de como a matemática e educação matemática podem contribuir para uma civilização para todos, em que a iniquidade, a arrogância e a intolerância não têm lugar.” (SCOTT, 2011, p. 4, tradução nossa)



**Fig. 16 – Prof Ubiratan no CIAEM em 2011<sup>45</sup>**

Para finalizar, deixo aos leitores o carinho expresso por sua filha Beatriz D’Ambrosio, em um texto publicado em 2007, na Revista Brasileira de História da Matemática:

*“Essas reflexões são baseadas em numerosas conversas com Ubiratan D’Ambrosio, sobre a história da matemática e o programa de pesquisas em educação matemática que enfocam a etnomatemática. Iniciei meus estudos de matemática sem entender nada da história da matemática e sem me interessar muito por ela, aliás, eu achava o estudo de história muito chato e de pouca motivação. Estudando para ser professora de matemática nunca me preocupei com a história do conhecimento matemático, apenas aceitava a matemática como todos os jovens que estudavam comigo, uma disciplina bonita, intrigante, desafiadora e completa. Fui aluna de meu pai num curso de matemática e sociedade, no ano de 1979, meu penúltimo ano como universitária. Foi nesse curso que vim a questionar pela primeira vez o papel da matemática na sociedade. E, pela primeira vez comecei a me preocupar em entender a matemática como produção humana. A partir daí me interessei mais e mais pelos*

<sup>44</sup> A 3ª Conferência Internacional de Etnomatemática (ICEm – 3) ocorreu em 2006 em Auckland na Nova Zelândia. A palestra proferida pelo Prof Ubiratan na ocasião foi intitulada de “The scenario 30 years after.”

<sup>45</sup> Crédito da figura: <http://egui.blogspot.com.br/2011/07/ciaem-xiii-conferencia-interamericana.html>. Acesso em: 28 maio 2012.



*estudos do meu pai, em etnomatemática. Lia seus livros e trabalhos, assistia, sempre que possível, suas conferências, e me orgulhava cada dia mais de suas ideias e de como elas influenciavam o pensar de muitos educadores matemáticos e profissionais de diversas áreas.*

*Quando chegou a hora de escrever a minha tese de doutorado, estava fascinada com a história do currículo escolar. Optei por pesquisar o movimento de matemática moderna no Brasil e a influência no currículo brasileiro daquilo que ocorria em outros países, principalmente na América do Norte. Foi então que iniciei meus estudos de história, sempre consultando meu pai, e aprendendo a fazer uma análise mais crítica e reflexiva.*

*Com esses estudos, me interessei muito pelo processo de aprendizagem assumido no movimento de matemática moderna e passei a analisar o processo de construção de conhecimento humano. Buscando respaldo no trabalho de Piaget e Garcia (1989), estudando os trabalhos do meu pai, estudando sobre a filosofia e sociologia da matemática, estabelecia conexões importantes ao construir para mim mesmo o que seja a matemática. Foi um processo de crescimento e evolução pessoal, com estudos que enriqueciam cada dia mais o meu trabalho com os futuros professores.*

*Recentemente, tive a oportunidade de dar um curso de história da matemática para futuros professores que se preparavam para lecionarem no ensino secundário. Claro que consultei meu pai, pois sabia que meu conhecimento da história da matemática era ainda muito limitado. Ele me encorajou para assumir o curso e desenvolver ainda mais meu conhecimento de história. Prometeu também me emprestar todas as suas notas de aula! O que me ajudou muito, pois foi um material organizado para eu entender melhor sobre a complexidade da história do pensamento humano, ao mesmo tempo a organização do material serviu para orientar a preparação do meu curso. Sem ajuda do meu pai dificilmente eu teria tido sucesso na preparação de um curso tão difícil. Com o tempo modifiquei a ênfase do curso tornando-o bem distinto do curso do meu pai. Um dia, talvez, com muito mais estudo eu consiga dar o curso um pouco mais parecido com o dele, pois ele integra todo seu conhecimento de história de diversas áreas com sua experiência de vida criando um curso que ninguém pode replicar.(...)*

Este foi um breve relato da vida e da obra do Prof Ubiratan D´Ambrosio, responsável pela formação de muitos educadores matemáticos pelo Brasil e pelo mundo, e suas ideias irão se perpetuar no tempo, como pilares para a área de Educação Matemática.

## 2.2 Transdisciplinaridade: por um conhecimento uno

A dignidade do ser humano é também de ordem cósmica e planetária. O surgimento do ser humano sobre a Terra é uma das etapas da história do Universo. O reconhecimento da Terra como pátria é um dos imperativos da transdisciplinaridade. Todo ser humano tem direito a uma nacionalidade, mas, a título de habitante da Terra, ele é ao mesmo tempo um ser transnacional. O reconhecimento pelo direito internacional de uma dupla cidadania – referente a uma nação e a Terra - constitui um dos objetivos da pesquisa transdisciplinar. (Art. 8 – Carta da Transdisciplinaridade, 1994)

Esta tese de Doutorado se pautou pela ideia de unificar os campos do conhecimento, daí justificar-se a pesquisa qualitativa que foi realizada, na qual pudemos verificar a integração entre a Matemática e o Direito através das atividades realizadas pelos alunos de Engenharia Ambiental. O Curso de Engenharia Ambiental propicia o trabalho transdisciplinar, uma vez que consegue conectar diversos profissionais de outras áreas para que o trabalho seja realizado e alcance efetividade.

No entanto, o primeiro momento que sinaliza essa conexão é a consciência da integração do homem com a Natureza e os impactos provocados pela ação humana no Meio Ambiente, para toda a humanidade e gerações futuras. As disciplinas precisam dialogar visando apontar soluções viáveis para uma vida harmônica e sustentável, portanto, é preciso adquirir uma visão holística e também transcender<sup>46</sup>, como explica D’Ambrósio (2011a, p. 45):

A visão holística procura entender o homem na sua integralidade como um fato (indivíduo e espécie) que, ao longo da sua história de vida e da história de toda a espécie, tem procurado adquirir conhecimento para sobreviver e

---

<sup>46</sup> D’Ambrósio (2012) explica que a sobrevivência e a transcendência são dois “pulsões básicos da natureza humana”. Um está subordinado ao outro. Em 2012, durante uma palestra na Universidade Federal do ABC em Santo André, D’Ambrósio apresentou a seguinte definição de sobrevivência como “o conjunto de estratégias para satisfazer as necessidades materiais para se manter vivo e dar continuidade à espécie, o que deve ser realizado aqui e agora (comum a todas as espécies)” e transcendência como “perguntar sobre onde (além do aqui) e sobre antes, depois e quando (além do agora); é ir além das necessidades materiais e manter-se vivo com dignidade (uma característica da espécie humana).”

transcender, como indivíduo e como espécie, em distintos ambientes naturais e culturais.

Assim, diante da complexidade do mundo moderno (MORIN, 2011), torna-se inadmissível a fragmentação e conseqüentemente isolamento das áreas do conhecimento. Nesse sentido, é que a transdisciplinaridade tornou-se urgente, uma vez que propõe “(...) a religação dos saberes compartimentados (...) estimulando um modo de pensar marcado pela articulação”, como afirma Santos (2008, p. 71-72).

O termo *transdisciplinaridade* foi criado e divulgado por Piaget em 1970 durante um seminário na Universidade de Nice, na França. No entanto, conforme afirma Santos (2008), a transdisciplinaridade teve sua origem no teorema de Kurt Gödel, matemático, que 1931, propôs a existência de vários níveis de realidade, justamente num período em que diversos postulados da Física Moderna se estabeleciam, demonstrando outros parâmetros não abordados pela Física Clássica.

Após o seminário na Universidade de Nice, a discussão sobre a transdisciplinaridade se disseminou, sendo que diversos encontros foram organizados em vários lugares do mundo, constituindo um período extremamente fértil para produção de pesquisas. Os estudos sobre transdisciplinaridade se consolidaram através da criação do *Centre International de Recherches et d'Études transdisciplinaires* (CIRET) por Basarab Nicolescu em 1987.

Basarab Nicolescu é físico, pesquisador de partículas elementares, uma intrigante área da Física, que desafia as mentes dos cientistas e que guarda as intrigantes perguntas sobre o Universo e a nossa existência. A esse respeito, Nicolescu (2002, p. 42) se pronunciou: “(...) sou forçado a reconhecer que, mesmo em física quântica, o território do sentido é protegido por mil dragões.” Em seus trabalhos sobre transdisciplinaridade é comum Nicolescu (2002) se reportar à Física Quântica, inclusive comparando os postulados da transdisciplinaridade com os da Física Moderna.

A Física Moderna revelou para o mundo outra realidade cuja abstração trouxe a luz princípios aparentemente inconciliáveis, como o Princípio da Incerteza e o Princípio da Complementaridade, demonstrando que nem a Ciência e nem a Natureza poderiam ser lineares e previsíveis, como se costumava acreditar, portanto, se deveria encontrar uma nova forma de construir, compreender e organizar o conhecimento. É o

que sustenta Nicolescu (2001, p. 2) ao explicar o que a vem a ser a transdisciplinaridade:

(...) envolve aquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de toda e qualquer disciplina. Sua finalidade é a compreensão do mundo atual, para a qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento.

Segundo Nicolescu (1999) os pilares da metodologia transdisciplinar são os diferentes níveis de realidade, a lógica do terceiro termo incluído e a complexidade, que entrelaçam a continuidade e a descontinuidade, o unido e o desunido, o contraditório e o não contraditório.

Em 1993, Pierre Weil, Ubiratan D´Ambrosio e Roberto Crema escreveram um livro intitulado “Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimentos”. Esta obra foi pioneira no sentido de alertar sobre a fragmentação do conhecimento ou compartimentalização disciplinar do conhecimento, que segundo D´Ambrosio (1993, p. 82-83) “é algo extremamente limitador e, sobretudo condicionador” que “provoca a perda da visão global da realidade.” Quando se valoriza apenas certos aspectos da realidade, se perde a visão do todo, da essência (D´AMBROSIO, 1993).

Esse processo de fragmentação do conhecimento ocorreu muito antes de haver uma expansão massiva dos recursos tecnológicos, ou seja, muito antes dos tempos de internet, celulares e tablets. Sommerman (2005, p.4) explica que tal processo entrou em ruína na década de 50, pois as ciências sistêmicas como a Ecologia passaram a demonstrar que “o átomo, as moléculas, a sociedade, o homem são sistemas e sistemas de sistemas” enfim, “tudo depende de tudo”.

Assim, a Ciência assinalava uma crise na esfera do conhecimento, deflagrada pela separação entre sujeito, objeto e conhecimento (WEIL, 1993) que passou a incomodar muitos pesquisadores e filósofos. Nesse momento, Morin (2011) nos tornou cientes de que estávamos passando (e ainda estamos) por uma era de complexidade, e o pior é que não nos preparamos para ela, pois sequer havíamos nos dado conta de que havia chegado, mas já sentíamos suas consequências: o que desagregou, tornou tudo mais complicado, desde as relações humanas, culturais, sociais, com a Natureza, econômicas e políticas, e, sobretudo, a produção de conhecimento.

Entre o susto, espanto e preocupação diante de uma crise declarada, enfrentamos um período de cegueira e paralisia até iniciarmos a caminhada na tentativa de apontar soluções, minimizar os efeitos da complexidade ou aprender a conviver com as mazelas dessa Era. Cada um foi se adaptando e encontrando a forma de enfrentá-la ou conviver com ela.

Nesse cenário, a multidisciplinaridade avançou, demonstrando que as especializações com suas especificidades e sem nenhuma conexão estavam se desenvolvendo rapidamente, e se consagrando como um dos grandes males da produção de conhecimento, um “caos” como definiu Weil (1993). Em seguida, a esse processo, a pluridisciplinaridade começou a tomar espaço nas universidades: surgiram cursos com diversas ramificações, e a Engenharia é um caso, pois passamos a ter Engenharia de toda modalidade, ou seja, houve um desdobramento dessa área, mas se preservou o trabalho em equipe entre as diversas modalidades, permitindo uma colaboração mútua entre os saberes.

A partir daí, os olhares começaram a enxergar novos horizontes e a perceber que as disciplinas se interrelacionavam, como é o caso da Matemática com Direito a ser demonstrada mais adiante nesta tese. Nessa fase, houve uma erupção de conceitos que passaram a ser utilizados e disseminados e que traziam a ideia de integração, como foi o caso de *global, rede, transnacional*, como explica Weil (op.cit). A interdisciplinaridade pode evoluir e como consequência, gerar a transdisciplinaridade, onde as fronteiras entre as disciplinas estariam abertas, mas não suprimidas, havendo um elo comum (D’AMBROSIO, 1993) que as conecta ontologicamente e epistemologicamente, um lugar onde se pode celebrar a junção, assim como respeitar a independência das áreas do conhecimento.

Assim, é possível ir além sem sentir o desconforto da intromissão em outra área do conhecimento, podendo encontrar relações entre as ciências, perpetuá-las, gerar um novo conhecimento integrado e voltar quando desejar para o seu habitat, pois há um intercâmbio dinâmico entre as ciências, um respeito mútuo e acima de tudo um respeito pela epistemologia identitária de cada ramo do conhecimento. Não temos aqui misturas, nem simplificações, nem reducionismos, mas sintonias para erupção de novos saberes, pois o que vige é o paradigma da complexidade, como nos explica Morin *apud* Weil (1993).

Por isso, Weil (1993, p. 35) afirma que a “transdisciplinaridade resulta do encontro de várias disciplinas do conhecimento, em torno de uma axiomática comum”. Weil (op.cit) explica que a transdisciplinaridade se divide em geral e especial. A primeira está ligada à concepção holística<sup>47</sup> e consta da Declaração de Veneza, sendo definida como “a axiomática comum entre ciência, filosofia, arte e tradição.” (WEIL, 1993, p. 40). A segunda consiste na “axiomática comum a várias disciplinas dentro das ciências, das filosofias, das artes ou das tradições espirituais (WEIL, 1993, p. 40).” O referido autor cita como exemplo a axiomática existente entre Biologia e Física, abstracionismo e arte sagrada, etc. O autor destaca os termos *dentro* e *entre*, como um diferencial entre as duas modalidades. Nesta tese, a concepção mais apropriada, se adotarmos a definição de Weil (op.cit), seria de transdisciplinaridade especial, mas preferimos utilizar o termo *transdisciplinaridade*, por julgá-lo mais adequado aos propósitos desta pesquisa e não restringi-lo a uma categoria.

Crema (1993, p. 131) por sua vez, explica que “transdisciplinaridade, na sua acepção literal, significa transcender a disciplinaridade.” O autor coloca que a universidade moderna se encarregou de fragmentar o conhecimento em ramos e sub-ramos e a base dessa escalada foi o método analítico empregado pela corrente do racionalismo científico. Daí, surgiram a especialização e o especialista, denominado pelo autor de “expert da parte”, assim “o filósofo pensa, o matemático calcula, o seminarista reza, o padeiro faz pão, o poeta sente, o marceneiro martela, o místico delira, o cientista comprova, o professor ensina... e tantos parafusos mais. “ (CREMA, 1993, p. 134). Essa especialização é claramente representada pela existência dos cursos de pós-graduação lato sensu.

Contudo, D’Ambrosio (1997) alerta para o crescimento do poder desses especialistas, como detentores de um conhecimento singular, exclusivo e limitado, que lhe confere por vezes certa arrogância. Por este motivo, que o autor defende a transdisciplinaridade, por acreditar que ela seja “um enfoque holístico ao conhecimento que procura levar a essas consequências de respeito, solidariedade e cooperação e se apoia na recuperação das várias dimensões do ser humano para a compreensão do

---

<sup>47</sup> Há uma proximidade entre a visão holística e a transdisciplinaridade, como coloca Weil (1993). O autor especifica as características da visão holística, e define cada particularidade, demonstrando o surgimento de um novo paradigma holístico que rumo para a transdisciplinaridade. D’ambrosio (1993, p. 83).afirma que o enfoque transdisciplinar é como “acesso a uma história holística” Nesta tese nos restringimos à transdisciplinaridade e adotamos como significado de holística, como a visão do todo. Para nós, os conceitos se imbricam e por vezes, estão em simbiose, como se fossem sinônimos.

mundo na sua integralidade.” (D’AMBROSIO, 2011a, p. 46). O autor inclusive utiliza a metáfora das gaiolas epistemológicas para tratar desse movimento da fragmentação do conhecimento. D’Ambrosio (2011a) pontua que as disciplinas representam o conhecimento “engaiolado” com suas especificidades e que os detentores desse conhecimento disciplinar são como pássaros vivendo em uma gaiola, vendo e sentindo o que as grades permitem. Quando a interdisciplinaridade surgiu foi como se as portas entre as gaiolas se abrissem e o aluno/pássaro pudesse passar de uma gaiola à outra, o que constituiu um enorme avanço, como salienta o autor. Quando se chega ao estágio transdisciplinar, as grades epistemológicas que limitavam o voar/pensar são abandonadas e o aluno/pássaro encontra-se livre para buscar o conhecimento, pois o “grande objetivo da transdisciplinaridade na escola é permitir a criatividade plena” (D’AMBROSIO, 2011a, p. 235).

No ano seguinte à publicação da obra de Weil, D’Ambrósio e Crema – 1994 - a transdisciplinaridade voltou a ganhar destaque durante o *1º Congresso Mundial sobre a Transdisciplinaridade*, ocorrido no Convento de Arrábida em Portugal e que reuniu especialistas de diversas áreas do conhecimento, dentre eles, o Prof Ubiratan D’Ambrosio, Edgar Morin e Basarab Nicolescu. Neste evento, foi publicada a Carta da Transdisciplinaridade, que definiu os principais pilares que envolvem este tema e como difundi-lo.

Logo no preâmbulo, a Carta da Transdisciplinaridade<sup>48</sup>, alerta sobre a questão da estrutura acadêmica disciplinar, afirmando que esta “(...) conduz a um crescimento exponencial do saber que torna impossível qualquer olhar global do ser humano”, reconhecendo a existência de diversos níveis de realidade, da importância da adoção de uma atitude aberta disposta ao diálogo independente de crenças e ideologias e baseada no saber compartilhado e no “(...) respeito absoluto das diferenças entre os seres, unidos pela vida comum sobre uma única e mesma Terra.” Deixa-nos como mensagem a urgência de se resgatar a capacidade de dialogarmos no emaranhado do universo tecnológico, condição necessária à nossa sobrevivência, além de termos a missão de concebermos uma nova visão do mundo a partir da unidade do conhecimento.

---

<sup>48</sup> Os trechos entre aspas se referem *ipsis literis* a trechos da Carta da Transdisciplinaridade, que está disponível em: <http://caosmose.net/candido/unisinos/textos/textos/carta.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

Este será o desafio das instituições de ensino nos próximos anos e é nessa trilha que laureamos esta pesquisa.

### **2.3 Educação Matemática Crítica e a questão da cidadania: as ideias de Skovsmose**

No primeiro semestre de 2013, eclodiram diversos protestos pelo país. Com foco em São Paulo, o início das manifestações havia se dado em virtude do aumento da tarifa de ônibus. Entre a reivindicação pela redução da tarifa, outras surgiram, exigindo melhorias na área de educação, segurança e saúde.

Os jovens tomaram conta das ruas do país demonstrando sua insatisfação pela forma com que as políticas públicas estavam sendo conduzidas. Manifestação expressiva semelhante ocorrera em 1992 quando estudantes – conhecidos como caras pintadas - saíram às ruas para pedir o *impeachment* do presidente da República na época, Fernando Collor de Melo. Nestes dois momentos, a participação ativa da população destacou os pressupostos do Estado Democrático de Direito<sup>49</sup> descrito no artigo 1º da Constituição Federal de 1988 (chamada de Constituição Cidadã) -, marcado pela defesa da democracia e pelo exercício da cidadania:

À medida que a crise social desenvolve as contradições do sistema, emergem as conscientizações que apontam os seus vícios estruturais e surge um pensamento de vanguarda, que vê mais precisamente onde estão os rombos, superando a ideologia (...) (LYRA FILHO, 2001, p. 21)

Mas, qual seria a relação da Matemática com aqueles protestos pela redução da tarifa de ônibus? Qual seria a relação da Matemática com o exercício da cidadania? Que competências devem ser desenvolvidas na escola que contribuam para o exercício

---

<sup>49</sup> O eminente jurista José Afonso da Silva explica o que vem a ser o estado Democrático de Direito: “A configuração do Estado Democrático de Direito não significa unir formalmente os conceitos de Estado Democrático e Estado de Direito. Consiste na verdade na criação de um novo conceito, que leva em conta os conceitos dos elementos componentes, mas os supera na medida em que incorpora um componente revolucionário de transformação do status quo” (SILVA, 2004, p. 119). Canotilho (2002, p. 231) esclarece que o Estado Democrático de Direito se fundamenta em dois aspectos: “O Estado limitado pelo direito e o poder político estatal legitimado pelo povo. O direito é o direito interno do Estado; o poder democrático é o poder do povo que reside no território ou pertence ao Estado”. Também é imperioso ressaltar que vige a legalidade, como explicam Streck e Moraes (2000, p. 102): “A lei, como instrumento da legalidade, caracteriza-se como uma ordem geral e abstrata, regulando a ação social através do não-impedimento de seu livre desenvolvimento; seu instrumento básico é a coerção através da sanção das condutas contrárias. O ator característico é o indivíduo.” Em síntese, pode-se afirmar que no Estado Democrático de Direito, emana o exercício do poder por meio de representantes, onde prevalecem o respeito aos direitos e garantias fundamentais dos cidadãos, visando assegurar a democracia e justiça social.



da cidadania? Qual é o papel da Matemática para o desenvolvimento da democracia? De que maneira a Matemática afeta as nossas vidas?

Skovsmose (2001, p. 71) vai mais além e pergunta: “A educação matemática pode ser de valor em prover os alicerces para a posterior participação de crianças e adolescentes em uma vida democrática como cidadãos críticos?” Tal questionamento e tantos outros é que levaram Skovsmose (2008) a desenvolver um trabalho renomado sobre Educação Matemática Crítica. Segundo Passos (2008), a Educação Matemática Crítica surgiu na década de 70 na Europa e na década de 80 nos Estados Unidos. A autora explica que Skovsmose recebeu forte influência das ideias de Paulo Freire, da Teoria Crítica da Educação e dos trabalhos de D’Ambrósio sobre a Etnomatemática, para idealizar seu trabalho sobre Educação Matemática Crítica.

Skovsmose (2008) acredita que a Educação Matemática não é imparcial nem inerte, ela se movimenta no contexto social e se entrelaça com a política e com o poder, influenciando nas decisões num mundo globalizado onde o conhecimento adquiriu um posto de destaque, porque conduziu a diversos avanços tecnológicos, e sustenta que “a matemática em ação pode produzir tanto horrores quanto maravilhas (SKOVSMOSE, 2008, p. 125)”.

É interessante colocar, que o autor tece críticas consideráveis à sociedade tecnológica e o papel exercido pela matemática nesta sociedade, pois como salienta “(...) a matemática tem implicações importantes para o desenvolvimento e a organização da sociedade – embora essas implicações sejam difíceis de identificar.” (2001, p. 40). Por esse motivo, é que o autor traz à tona a questão do aparato da razão, nascido no seio da complexidade, e que está predestinado a garantir a sobrevivência da tecnologia, pois pressupõe dos conhecimentos científicos – e a Matemática em ação é um dos campos do conhecimento que integra essa rede tecnológica - e tecnológicos aliados às necessidades do mercado e entrelaçados com as estruturas do poder, necessários ao desenvolvimento e manutenção da sociedade tecnológica (SKOVSMOSE, 2007). Vale lembrar que Nicolescu (op.cit) também teceu severas críticas à sociedade tecnológica, como mencionado no tópico anterior desta tese, e lembramos que na ascensão da sociedade tecnológica é que se acentuou a degradação ambiental.

Evidentemente, foi nesse contexto da sociedade tecnológica, denominada por Castells (1999) como sociedade da informação, onde ocorreram mudanças

profundas na economia e política global, bem como na forma de comunicação e nas relações humanas, que nasceu a quinta geração de direitos<sup>50</sup> – os direitos virtuais. Estes inferem a regulação dos direitos na era digital, onde o domínio do uso dos meios tecnológicos parece ser até mesmo uma condição precípua de ascensão social e nesse cenário as indústrias disputam acirradamente o mercado de produtos inovadores e seus novos consumidores.

Como esses produtos são desenvolvidos? Evidentemente, a Matemática aparece nesse cenário, desde o desenvolvimento dos produtos até mesmo na estimativa de sua venda, implicando em consequências de toda ordem na sociedade – políticas, econômicas, sociais - , as quais em grande parte das vezes não são perceptíveis pelos cidadãos. Nesse sentido, Skovsmose (2007, p.123) observa:

Por meio da matemática podemos representar algo ainda não compreendido e, portanto, identificar alternativas tecnológicas para dada situação. A matemática dá uma forma de liberdade tecnológica, abrindo um espaço para situações hipotéticas. Nesse sentido, a matemática se torna um recuso para a imaginação tecnológica e, portanto, para o planejamento de processos tecnológicos que incluem projeto-ação com base matemática.

Skovsmose (2001) acredita também que a Educação Matemática produz atitudes em relação à tecnologia, e que os estudantes passam a compreender que algumas pessoas dominam as questões relacionadas à tecnologia e outras não, tornando-se servis àqueles que possuem tal domínio, o que implica seriamente em problemas relacionados ao “processo de construção, organização e distribuição do conhecimento” (SKOVSMOSE, 2007, p. 266) que caracteriza a sociedade da informação, juntamente com a globalização e a guetorização, apontadas pelo autor.

A julgar pela dualidade e ambiguidade com que fatos e situações se apresentam cotidianamente na vida humana, tanto o lado mais virtuoso quanto o lado mais sombrio podem se destacar, e não é diferente com a Matemática e nem com os sujeitos que fazem uso dela. Mas, a impressão que temos e que ficou em toda a sua trajetória como campo de conhecimento é que a Matemática é perfeita, incontestável e neutra. No entanto, como toda ciência, é também uma construção humana e não comporta perfeição, nem neutralidade, pois como esclarece Skovsmose (2008, p. 92)

---

<sup>50</sup> Nem todos os doutrinadores defendem a existência da quinta geração de direitos. Há também controvérsias sobre a quarta geração de direitos.

“transposições matemáticas criam a ilusão de que lidamos, de forma neutra e objetiva, com as coisas; de que deixamos de lado o domínio dos valores, do interesse político, das prioridades pessoais, etc.”

Com efeito, o que impera na maior parte das vezes é a imagem virtuosa de quem manipula o conhecimento matemático, acentuada pela ideologia da certeza como colocam Borba e Skovsmose (2001, p. 130), pois a visão que se tem é que “a Matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais”. E desses problemas, surgem soluções evidenciadas pelos modelos matemáticos, vistos como “fórmulas” cujo sentido é conferido um caráter infalível, capaz de formatar comportamentos e interferir na realidade, pois como afirmam Borba e Skovsmose (2001, p. 135) “por meio de modelos matemáticos, também nos tornamos capazes de “projetar” uma parte do que se torna realidade.”

Os autores ainda ressaltam que “tomamos decisões baseados em modelos matemáticos e, dessa forma, a Matemática molda a realidade”. As decisões empresariais e governamentais são tomadas com base em modelos matemáticos (SKOVSMOSE, 2001) e possuem objetivos diversos como, por exemplo, a mitigação de danos ambientais até a prevenção de prejuízos e aumento do lucro, que envolvem receitas e orçamentos, além de investimentos. Essas decisões afetam várias áreas da sociedade e consequentemente o cotidiano dos cidadãos, além de implicarem em enorme responsabilidade por parte de quem as toma, uma vez geram efeitos, pois como enfatiza Skovsmose (2007, p. 249) “o poder exercido pela aplicação de um modelo matemático pode interagir com certos interesses políticos, prioridades econômicas ou preconceitos ideológicos.”

Daí, Skovsmose (2008) falar em responsabilidade ética na tomada de decisões baseadas em modelos matemáticos e da necessidade da Matemática e da Educação Matemática serem objeto de reflexão crítica, e a escola tem parte nesse processo, uma vez que fica a seu cargo a alfabetização matemática. Para o autor, a “alfabetização matemática, (...) tem de estar enraizada em um espírito crítico e em um projeto de possibilidades que habilite pessoas a participarem no entendimento e na transformação da sociedade.” (SKOVSMOSE, 2001, p. 95).

Além do mais, o autor tece considerações sobre a questão de que poucos têm conhecimento sobre as razões nas quais se fundam as decisões baseadas em

modelos matemáticos, ficando o cidadão comum distante das decisões, formando assim dois grupos distintos: de um lado estão os governantes e a elite tecnológica e de outro estão aqueles que serão afetados pelas decisões. O autor deixa claro inclusive que o “acesso à modelagem matemática pode significar um acesso direto a certas formas de poder” (SKOVSMOSE, 2007, p. 248).

Assim, a Matemática adquire um papel sociopolítico significativo (SKOVSMOSE, 2007) na sociedade, influenciando na consolidação da democracia, uma vez que como afirma Skovsmose (2001, p. 83) “não apenas ‘vemos’ de acordo com a Matemática, nós também ‘agimos’ de acordo com ela”. O autor segue afirmando que “as estruturas matemáticas vêm a ter um papel na vida social tão fundamental quanto o das estruturas ideológicas na organização social.”

Por isso, o autor advoga a favor da existência de uma educação crítica, afirmando que “a educação não pode apenas apresentar uma adaptação às prioridades políticas e econômicas (quaisquer que sejam); a educação deve engajar-se no processo político, incluindo uma preocupação com a democracia<sup>51</sup>.” (2007, p. 19). Por esta razão, Skovsmose (2007, 2008) fala sobre a importância da alfabetização matemática contribuir para o desenvolvimento da competência democrática e da cidadania crítica, preceitos defendidos por Paulo Freire. Sendo assim, é necessário reformular a maneira como se ensina Matemática, enfatizando o aspecto dialógico da produção do conhecimento e o conhecimento reflexivo. (SKOVSMOSE, 2001). O autor recomenda a reflexão e a crítica sobre a matemática em ação, pois segundo ele:

Reflexões tratam de algo real e público. Elas não estão apenas focalizando pequenas, mas diferentes, experiências pessoais. **Quando as reflexões são dirigidas às ações, estão abrangendo mais do que experiências pessoais.**

---

<sup>51</sup> Skovsmose (1992, p. 3-4) comenta sobre a democracia: “O conceito de democracia refere-se a um bouquet de diferentes ideias, esperanças e utopias. Consequentemente, embora seja impossível dar com precisão qualquer definição simples de democracia, poderíamos tentar captar o conceito, esquematizando ideias relacionadas com democracia. A democracia está relacionada, pelo menos, com os quatro aspectos seguintes: (1) Procedimentos formais para eleger um governo e para que o governo leve a cabo a sua governação. (2) Uma distribuição justa de serviços sociais e bens na sociedade, tais como, bem-estar, educação, hospitais, etc. Em consequência, uma parte substancial da análise teórica das ideias democráticas tem a ver com os tipos de bens e de facilidades que devem ser distribuídos de uma forma justa. E qual é a interpretação de “justo”? (3) Iguais oportunidades, direitos e obrigações para todos os membros da sociedade. Não podem existir diferenças de oportunidades baseadas em diferenças de origem social, sexo ou raça. Todos devem ser tratados de igual forma pela lei e, analogamente, todos devem obedecer à lei. Mas o que significa “igualdade de oportunidades”? De acordo com a tradição liberal e idealista, isto significa a possibilidade não limitada de cada um tentar fazer o que quer (legalmente) fazer; já a tradição materialista tem sublinhado que não é suficiente diminuir o número de limitações, isto é, a sociedade tem de proporcionar efetivamente as condições para que todos possam perseguir os seus interesses. Deste modo, toda a discussão sobre a democracia resulta numa discussão sobre a liberdade. (4) A possibilidade e a capacidade dos cidadãos participarem na discussão e avaliação das condições e consequências da governação que é levada a efeito: isto pressupõe uma “vida democrática”. Para Skovsmose (2001, p. 78), “a democracia se refere não apenas às condições formais, mas também às condições materiais e éticas e às possibilidades de participação e reação.” Ele afirma ainda que (...) a democracia pode ser destruída se não puder ser criada uma cidadania crítica.” (op.cit)

**Estão abrangendo eventos reais, e em muitos casos esses eventos afetam muitas pessoas. Em particular, a reflexão pode tratar da matemática em ação e o que pode ser feito por meio da matemática.** Cálculos podem ser desenvolvidos e um modelo matemático (...) pode ser trazido à operação para esclarecer possíveis implicações de diferentes intervenções políticas e econômicas. E qualquer que seja a conclusão a que se pode chegar, as decisões têm que ser tomadas. A matemática é colocada em ação. A matemática se torna realizada e as reflexões podem ser encaminhadas ao que é realizado. (SKOVSMOSE, 2007, p. 227, grifo nosso).

Para tanto, o autor acredita ser necessário reformular o currículo escolar a fim de incluir atividades democráticas como elemento que proporcione o exercício de direitos e deveres, pensados não apenas coletivamente, mas também de modo individual e que estimulem a criticidade e a reflexão por meio do diálogo. Esta possibilidade é vislumbrada instituindo-se cenários de aprendizagem onde os alunos são convidados a refletir sobre a Matemática e suas aplicações e efeitos, bem como sua utilidade, pois “é importante para os alunos que eles possam discutir o que estão aprendendo, como estão aprendendo e a relevância do que estão aprendendo.” (SKOVSMOSE, 2008, p 65).

Por outro lado, o aspecto cultural chama atenção, uma vez que conceitos matemáticos são produzidos num contexto cultural, social e histórico onde a democracia está instituída ou está se desenvolvendo, razão pela qual D’Ambrosio (2003, p.3) defende a Etnomatemática<sup>52</sup>:

A teoria nos ensina a dar importância ao contexto e ao ambiente cultural no qual a matemática se desenvolve. Se os engenheiros da Embraer vão colocar um novo avião no mercado, eles usam a etnomatemática para aquele ambiente. Usam equações complexas para resolver situações de voo. Já as crianças jogando bolinha de gude estão em um ambiente que pede outra matemática específica. Eles pensam ‘vou jogar assim com o dedão, qual será a trajetória da bolinha, qual força vou usar, qual a distância da outra bola’, isso é matemática. O aluno que sai de casa e vai para a escola tem que traçar um trajeto, isso é etnomatemática adequada àquele ambiente, assim como o piloto de avião que sai de São Paulo e vai para o Rio. Ele usa a etnomatemática adequada para aquela situação. A teoria intervém na solução da situação que se apresenta e no conhecimento dessa situação. Mas a matemática que está na escola só reconhece as regras e formalismos desligados das reflexões mutáveis de acordo com o ambiente em que se está.

---

<sup>52</sup> D’Ambrosio utilizou pela primeira vez o termo “etnomatemática” em 1978 durante a Reunião Anual da Associação Americana para o Progresso da Ciência. Em 1985, ele publica pela primeira vez o termo “etnomatemática” no artigo “Etnomathematics and its Place in the History of Mathematics”. Ele contribuiu para a criação do International Study Group on Ethnomathematics (ISGEM). D’Ambrosio é considerado o pai intelectual da etnomatemática, pois segundo François (2009, p. 1517) ele “propôs um conceito mais amplo de “etno”, para incluir todos os grupos culturalmente identificáveis com seus jargões, códigos, símbolos, mitos e até mesmo as formas específicas de raciocínio e dedução ” (tradução nossa).

Por sua vez, Skovsmose (2001) critica arduamente a forma pragmática com que a modelagem matemática é praticada nas escolas, não permitindo aos alunos criticarem as atividades propostas para construção dos modelos matemáticos. Esta postura, segundo Skovsmose (op.cit) inviabiliza a oportunidade dos alunos investigarem detalhes que levaram à formulação do modelo, como, por exemplo, as variáveis que foram selecionadas e as relações que estabelecem entre si, e que possuem implicações sociais relevantes, pois influenciam nas decisões e geram efeitos, como já foi dito.

A crítica acerca da formulação dos modelos e suas implicações sociais é importante, pois como explica Skovsmose (2008, p. 115) “em muitos casos, parece que os modelos são usados para legitimar decisões já tomadas, fornecendo números e estatísticas que justificam a decisão” gerando o que ele denomina de “formas duvidosas de legitimação de decisões e ações” que são tomadas pelo governo e impactam seriamente nos valores democráticos e na sociedade. Ele cita como exemplo, os modelos matemáticos relacionados às questões que envolvem o trânsito em uma cidade e o meio ambiente em um projeto de construção de uma ponte, nos quais os modelos servem para tomada de decisões cujos efeitos podem ser irreversíveis.

Por esta razão, ele traz à luz alguns questionamentos que considera essenciais sobre os modelos matemáticos que estão a serviço do governo instituído e que devem ser esclarecidos: “Quem constrói os modelos? Que aspectos da realidade estão incluídos nesses modelos? Quem tem acesso aos modelos? Quem controla os modelos? Em que sentido é possível questionar e invalidar um modelo?”. Para ele, essas informações não devem ser omitidas da população, pois se trata de uma “responsabilidade ética” (SKOVSMOSE, 2008) por ações baseadas em modelos matemáticos que afetam a vida em sociedade.

Por este motivo, Skovsmose (2007) critica a teoria da representação da modelagem matemática. Ele pontua que ocorre o processo de transposição matemática e que empregamos o verbo “representar não no sentido de criar uma cópia fiel ou um modelo de realidade, mas no sentido de rerepresentar a realidade em um formato diferente”, portanto, “ a Matemática causa uma reconfiguração do mundo.” (SKOVSMOSE, 2008, p. 70). Esta ideia é corroborada quando o autor coloca que “a transposição matemática estabelece um novo mundo em termos da assim chamada

descrição, e esse novo mundo pode aparentemente ser manipulado de modo adequado por meio de cálculos.” (SKOVSMOSE, 2008, p. 71)

Para o autor, a teoria da representação reduz a discussão da modelagem matemática à questão da representação, do uso da linguagem matemática na representação de aspectos da realidade, da exatidão dos modelos (bons e maus modelos, sendo que os bons representam bem a realidade) e de sua validação e desconsidera os contextos sociais e consequências do processo de modelagem para a sociedade. A teoria da representação da modelagem matemática além de ser uma metáfora extremamente complexa, cercada de uma visão inocente da matemática em ação, como bem observado por Skovsmose (2007), omite para a sociedade detalhes do processo de modelagem matemática.

Esta posição não poderia ser diferente quando estão em jogo interesses de quem está no poder, há uma unilateralidade no processo de modelagem, no qual apenas uma parte da sociedade participa, seleciona as variáveis que compõem o modelo matemático de acordo com o que lhes convém. E a questão da democracia, da participação, do bem comum? O modelo gerado por esta visão de modelagem representa qual realidade? Ou melhor, ele ajuda a formatar uma realidade, como dito anteriormente e trabalha a serviço de uma parcela da sociedade que colhe os benefícios e que não sofrerá tanto com os efeitos da aplicação desses modelos, porque sabem as consequências, portanto, também sabem os remédios para minimizar seus impactos. É um sentimento de desigualdade, imperceptível para o senso comum, mas que faz parte da matemática em ação que sustenta também as estruturas do poder constituído que a manipula.

É nesse sentido, que D’Ambrosio (2007a) defende que a Educação Matemática seja acessível a todos, mas uma Educação Matemática de qualidade que proporcione condições de desenvolvimento intelectual igual para todos e verdadeiro acesso ao conhecimento.

Assim, o desejável, segundo Skovsmose (2007, p. 113) é que a modelagem matemática significasse “envolvimento, ação e mudança”, mas para que isso ocorra seria necessário compreender o conhecimento matemático e as estruturas de poder. Por esta razão, Skovsmose (2001) insiste no desenvolvimento da competência democrática

que estimula a participação e reação de todos na sociedade. E reafirma esta ideia, ao comentar sobre o argumento social da democratização:

Para tornar possível o exercício dos direitos e deveres democráticos, é necessário estarmos aptos a entender os princípios-chave nos “mecanismos” do desenvolvimento da sociedade, embora eles possam estar “escondidos e serem difíceis de identificar. Em particular, devemos ser capazes de entender as funções de aplicações da matemática. Por exemplo, devemos entender como decisões (econômicas, políticas, etc) são influenciadas pelos processos de construção de modelos matemáticos. (SKOVSMOSE, 2001, p. 41).

Deste modo é que se faz necessário repensarmos esta visão da modelagem matemática, sobretudo, nas escolas e nas universidades que se consagram como ambientes propícios para adoção da reflexão e da crítica sobre o processo de modelagem matemática, seu significado e suas implicações quando se trata de contextos reais, que devem contribuir para preparar os sujeitos para o exercício consciente da cidadania, sem uma visão romântica ou cega da aplicação da Matemática na sociedade. É preciso mais do que adquirir proficiência em Matemática, é preciso compreender as conjecturas implícitas no uso e na manipulação da Matemática por trás das cortinas do poder.

Por isso, alguns autores como Stillman (2012) defendem a prática de atividades de modelagem matemática baseadas numa perspectiva metacognitiva. Esta perspectiva aliada à perspectiva sociocrítica da modelagem poderão produzir resultados satisfatórios em relação à produção do conhecimento e a sua crítica, como operação fundamental do conhecimento reflexivo. Este é um caminho pelo qual se poderá desencadear o desenvolvimento de autonomia intelectual:

A autonomia intelectual é caracterizada em termos da consciência e da disposição dos alunos para recorrer às suas próprias capacidades intelectuais quando envolvidos em decisões e julgamentos matemáticos. A autonomia intelectual pode ser associada a atividades de exploração e explicação, como nos cenários para investigação. (SKOVSMOSE, 2008, p. 37).

Em vista disto, há a necessidade de maior atenção por parte do professor no planejamento e desenvolvimento das atividades de modelagem, bem como na seleção dos recursos didáticos utilizados. Skovsmose (2001, p. 43-44) elenca as características que o material didático a ser utilizado em atividades de modelagem deve possuir, os



quais denominou de “materiais de ensino – aprendizagem libertadores”: o material tem que ter relação com um modelo matemático real; o modelo tem a ver com atividades sociais importantes na sociedade; o material deve desenvolver um entendimento do conteúdo matemático, mas esse conhecimento, mais técnico, não é a meta. O autor<sup>53</sup> esclarece que “a meta é desenvolver um *insight* sobre as hipóteses integradas ao modelo, e assim, desenvolver um entendimento dos processos (por exemplo, processos de decisão) na sociedade.”

Silva, Barbosa e Oliveira (2012, 2013) defendem a adoção do que denominam de *materiais curriculares educativos*<sup>54</sup> sobre modelagem matemática (MCEMM) que servem de apoio para os professores implantarem o ambiente de modelagem matemática na sala de aula. Estes, segundo os autores (op. cit), dizem respeito tanto à tarefa<sup>55</sup> que será desenvolvida no ambiente de modelagem matemática agregando elementos das experiências do professor que o utiliza na sala de aula, como por exemplo, a solução do problema proposta pelos alunos, outros recursos didáticos utilizados pelo professor como vídeos, fóruns, etc.

A partir de tudo o que explanamos, é pertinente nos reportarmos àqueles fatos que narramos no início deste tópico: as manifestações ocorridas pela diminuição da tarifa do ônibus. Em julho de 2013, o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) divulgou um relatório que retrata que num período de 12 anos – de 2000 a 2012 – as tarifas dos ônibus aumentaram 192%, um valor bem acima da inflação. Comparando-se com o preço da gasolina e dos veículos, o IPEA verificou que ambos tiveram reajustes abaixo da inflação para o mesmo período analisado (MATSUKI, 2013).

Além do mais, na maioria das cidades brasileiras, o transporte público é financiado pelo valor cobrado com as tarifas, e envolve um encargo alto com mão de obra e combustíveis (MATSUKI, 2013). Em 2013, assim como no ano anterior, o governo federal havia reduzido os impostos das empresas de transporte coletivo para permitir uma queda no valor da tarifa de ônibus urbano e/ou reajuste menor.

---

<sup>53</sup> Id., 2001, p. 43-44.

<sup>54</sup> Os autores definem como materiais curriculares educativos “aqueles que visam promover tanto a aprendizagem dos estudantes quanto a do professor” (2012, p. 242)

<sup>55</sup> Silva, Barbosa e Oliveira (2013,) explicam que “a tarefa de modelagem deve ser um problema para os estudantes e tem que ser extraída do dia-a-dia, de outras ciências (BARBOSA, 2007) ou de áreas profissionais que não a matemática”, como foi feito no Curso, objeto de investigação desta tese.

Em agosto de 2012, foi sancionado o Projeto de Lei de Conversão 18/2012 (MP 563)<sup>56</sup>, desonerando a folha de pagamento das empresas de transporte coletivo rodoviário (BRASIL, PLANALTO, 2013). A justificativa matemática acerca do impacto para as despesas dos usuários desse meio de transporte público foi a seguinte:

A redução de 20% sobre a folha de pagamento das empresas de transporte coletivo rodoviário equivale a 5,58% do faturamento. Subtraindo deste percentual o recolhimento de 2% de tributo sobre o faturamento das empresas, chega-se a um impacto de 3,58% de redução sobre as tarifas.

Mas, se a tarifa é reduzida, os lucros das empresas também são reduzidos. E quem de fato arca com o prejuízo? Em agosto de 2013, durante um evento, o prefeito de São Paulo, defendeu o aumento do preço da gasolina para custear a redução das tarifas do transporte público. O prefeito justificou-se afirmando que: "(Existia) aquele temor de que essa medida seria inflacionária. Não é. Os números demonstram que o impacto é deflacionário. A tarifa (de transporte público) pesa mais na cesta de produtos dos índices de inflação do que o preço da gasolina". Na ocasião, um estudo apresentando pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo, revelou que se houvesse um aumento de R\$ 0,50 no litro do combustível na capital paulista, permitiria reduzir a tarifa de ônibus de R\$ 3,00 para R\$ 1,80 (CARTA CAPITAL).

Em outubro de 2013, o prefeito de São Paulo anunciou aumento do IPTU entre 20% e 30% para 1,3 milhão de imóveis<sup>57</sup>, alegando que é uma forma de subsidiar o transporte público e manter o valor da passagem em R\$ 3,00 em 2014. O cálculo do IPTU no município de São Paulo é baseado no valor venal do imóvel sobre o qual é aplicada uma alíquota e varia de acordo com a região da cidade. Para 2014, a Prefeitura de SP anunciou que os bairros localizados nas regiões centrais sofrerão maior aumento e aqueles localizados nas regiões periféricas sofrerão redução<sup>58</sup>.

Embora o Ministério Público tenha ajuizado ação civil pública em face do Projeto de Lei que revisava a Planta Genérica de Valores (PGV) e definia os percentuais do aumento do IPTU e diversas liminares tenham sido ingressadas para impedir o aumento, o Tribunal de Justiça de São Paulo suspendeu os efeitos de uma das principais liminares - a 7ª

<sup>56</sup> Disponível em: [http://www.fiemt.com.br/site/arquivos/1036\\_cni\\_em\\_aCAo\\_-\\_n\\_121\\_-\\_lei\\_n.\\_12.715-2012\\_plv\\_18-2012\\_mp\\_563-2012\\_vetos.pdf](http://www.fiemt.com.br/site/arquivos/1036_cni_em_aCAo_-_n_121_-_lei_n._12.715-2012_plv_18-2012_mp_563-2012_vetos.pdf). Acesso em: 10 ago. 2013.

<sup>57</sup> Notícia disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,mp-questiona-haddad-sobre-iptu-financiar-tarifa-de-onibus,1083043,0.htm>. Acesso em: 17 nov. 2013.

<sup>58</sup> Notícia disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/decisao-do-presidente-do-tj-mantem-aumento-do-iptu-em-sao-paulo.html>. Acesso em: 17 nov. 2013

Vara da Fazenda Pública da Capital – alegando lesão à ordem pública, uma vez que reduziria a arrecadação do município, trazendo impactos para as áreas de saúde e educação. Em dezembro de 2013, o STF negou o pedido da prefeitura de São Paulo para restabelecer o aumento do IPTU<sup>59</sup>. Essa questão torna bem clara o papel da Matemática na sociedade, os interesses que envolvem uma determinada questão e que geram decisões que afetam a todos e nem sempre agradam a todos, daí Skovsmose (op.cit) insistir na competência democrática em seus trabalhos que desencadeia o exercício da cidadania.

Retornando ao cálculo do valor da tarifa do ônibus, este envolve uma série de elementos como, por exemplo, combustível, pneus, pagamento da folha salarial, depreciação dos veículos, frota, tributos, peças e acessórios, entre outros. A tarifa corresponde ao rateio do custo total dos serviços entre os passageiros pagantes. Os pagantes custeiam a tarifa dos usuários beneficiados com a gratuidade<sup>60</sup>. Outro exemplo de custo duplo para o usuário está no bilhete único utilizado no município de São Paulo, conforme nota técnica publicada pelo IPEA (2013, p. 12-13) em julho do presente ano:

Fixando um valor único para a tarifa com direito a várias integrações no período de duas horas, observa-se que os usuários que se deslocam em distâncias curtas, utilizando apenas uma linha, subsidiam quem utiliza mais de uma linha no período de tempo. Em 2007, (...) , cerca de 60% dos usuários utilizavam apenas uma linha nos seus deslocamentos. Sem dúvidas há grandes benefícios para a população com a implementação da integração temporal, mas o que se discute é quem deve financiar isso.

A seguir apresentamos um modelo matemático para calcular o valor da tarifa utilizado pela Prefeitura de Porto Alegre (RS) que utiliza uma metodologia desenvolvida pelo GEIPOT/EBTU – Grupo de Trabalho, coordenado pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Essa metodologia foi desenvolvida em 1982 sendo atualizada periodicamente e é utilizada pela maioria das cidades brasileiras. O modelo matemático abaixo demonstra como é constituída a tarifa de ônibus no município de Porto Alegre:

---

<sup>59</sup> Notícia disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/stj-mantem-suspensao-do-aumento-do-iptu-em-sp>. Acesso em: 19 fev. 2014.

<sup>60</sup> O IPEA (2013, p. 12) explica que “para se calcular o impacto das gratuidades, soma-se o volume das gratuidades e das passagens com descontos ao volume de demanda pagante na fórmula e calcula-se o novo valor médio da tarifa.”

$$TAR = \frac{(CF + CV) \times \left(100 - \frac{T}{100}\right)}{IPK} \quad (1)$$

Onde:

TAR: Tarifa;

CF: Custos Fixos;

CV: Custos Variáveis;

T: Tributos;

IPK: Índice de passageiros transportados por quilômetro

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre – Manual de cálculo da tarifa de ônibus de Porto Alegre (2013, p. 10)

**Fig. 17 – Exemplo de composição da tarifa de ônibus**

No entanto, há vários elementos que envolvem o modelo matemático do reajuste da tarifa de ônibus. A seguir demonstramos o modelo matemático utilizado pela Prefeitura do Rio do Janeiro e a redução ocorrida na tarifa no mês de junho de 2013:

**Tabela 2 – Reajuste de tarifa de ônibus**

<b>Cálculo do Reajuste de Junho</b>				
$T_1 = T_0 \times [(0,21 \times \Delta OD) + (0,03 \times \Delta P) + (0,25 \times \Delta V) + (0,45 \times \Delta MO) + (0,06 \times \Delta De)]$				
$\Delta OD$ = variação do valor de óleo diesel (IPA-FGV): 22,58%				
$\Delta P$ = variação do valor de pneus para ônibus e caminhões (IPA-FGV): 7,07%				
$\Delta V$ = variação do valor de veículos pesados para transporte (IPA-FGV): 2,67%				
$\Delta MO$ = variação do valor de mão de obra (INPC- IBGE): 9,57%				
$\Delta De$ = variação de outras despesas (INPC-IBGE): 9,57%				
PERÍODO	MESES	% ACUMULADO REAJUSTE	TARIFA (R\$)	$\Delta$ TARIFA (R\$)
Dez/11 a Dez/12	12	6,11%	2,918	0,168
Dez/12 a Mai/13	5	4,14%	3,039	0,121
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>10,50%</b>	<b>3,039</b>	<b>0,289</b>
<b>Cálculo do Reajuste de Junho</b>				
<b>Uniformização tarifária (mesma tarifa para ônibus com e sem ar condicionado)</b>				
FAIXA	VALOR ATUAL DA PASSAGEM (R\$)	VALOR REAJUSTADO DA PASSAGEM (R\$)	QTDD PASSAGEIROS/MÊS	RECEITA (R\$)
A	2,75	3,039	79.166.229	240.586.170
B	2,85	3,150	925.797	2.916.261
C	3,10	3,426	1.333.812	4.569.640
D	3,30	3,647	1.246.641	4.546.500
E	3,40	3,757	490.278	1.841.974
F	5,40	5,967	246.910	1.473.312
<b>Total</b>		<b>3,068</b>	<b>83.409.667</b>	<b>255.933.857</b>

<b>Desoneração do Pis/Cofins</b>				
<b>O Pis/Cofins incidia na alíquota de 3,65% sobre o faturamento</b>				
<b>QTDD PASSAGEIROS/MÊS</b>	<b>VALOR REAJUSTADO DA PASSAGEM (R\$)</b>	<b>RECEITA (R\$)</b>	<b>CÁLCULO PIS/COFINS</b>	<b>PIS/COFINS/PASSAGEM</b>
<b>83.409.667</b>	<b>3,068</b>	<b>255.933.857</b>	<b>9.341.585</b>	<b>0,112</b>
<b>Desta forma, a tarifa foi reduzida em R\$ 0, 112. Nova tarifa de R\$ 2, 956.</b>				
Fonte: Prefeitura do município do Rio de Janeiro (2013). Adaptado pela autora da tese.				

Vimos que a Matemática e a modelagem matemática envolvida no cálculo do valor das tarifas do transporte público traz uma rede de significados que muitas vezes são desconhecidas da população, que neste caso é quem mais sofre com os efeitos dos reajustes. Muitas prefeituras disponibilizam relatórios sobre como o cálculo da tarifa de ônibus e de seu reajuste são realizados, portanto, a população tem acesso aos dados de composição da tarifa.

No entanto, o transporte público no Brasil carece de melhorias, pois é considerado de péssima qualidade e com custo alto, sendo necessários investimentos e melhor aplicação dos recursos para que se torne eficiente. E cabe à população fiscalizar e exigir que o poder público e seus representantes administrem melhor esses recursos e ofertem um transporte de qualidade com tarifas justas. Portanto, as manifestações que ocorreram em junho do presente ano e tomaram as ruas do país foram legítimas, pois expressaram a competência crítica sobre a Matemática em ação e o exercício da cidadania, sobre um direito achado na rua.

Por este motivo, é essencial que as instituições de ensino – desde o nível básico até o superior – promovam a aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2005) que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico (ENNIS, 1991, 1993, 1996, 2011). A aprendizagem significativa crítica foi proposta por Moreira (2005) e consiste em “(...) formar um aluno crítico e reflexivo acerca do conhecimento que constrói” (LOZADA, 2007, p. 104).

Está implícita na teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel e valoriza as interações sociais seguindo os seguintes princípios, conforme explica Lozada (2007): Princípio da interação social e do questionamento; Princípio do aprendiz como perceptor/representador; Princípio do conhecimento como linguagem; Princípio

da consciência semântica; Princípio da aprendizagem pelo erro; Princípio da Desaprendizagem; Princípio da Incerteza do Conhecimento; Princípio da não utilização do quadro de giz, da participação ativa do aluno, da diversidade de estratégias de ensino. Esses princípios são adequados quando se fala em flexibilidade cognitiva, pois permitem que o sujeito atue mais ativamente durante o processo ensino-aprendizagem e desenvolva habilidades necessárias para transferência de conhecimentos.

## 2.4 A Constituição Cidadã de 1998 e o Direito Achado na Rua

“A grande força da democracia é confessar-se falível de imperfeição e impureza, o que não acontece com os sistemas totalitários, que se autopromovem em perfeitos e oniscientes para que sejam irresponsáveis e onipotentes.” (Ulysses Guimarães)

O ideal da Democracia subsiste em grande parte do Planeta. A teoria do governo do povo, para o povo e pelo povo é cada vez mais difícil de encontrar eco pragmático, tantas as demandas e a heterogeneidade contemporânea. As sociedades abrigam o valor pluralismo, exatamente para que todas as opiniões tenham espaço e se garanta a liberdade de pensar, de se manifestar e de agir. Como conciliar o regime representativo com as expectativas nutridas pela população? (José Renato Nalini)

Em 1984, o Brasil iniciava sua despedida do Governo Militar. O movimento “Diretas Já” invadiu as ruas, clamando por Democracia, restituição dos direitos civis que foram cassados durante a ditadura e por voto direto para presidente da República. Em 25 de janeiro de 1984, mais de 500 mil pessoas lotavam a Praça de Sé em São Paulo, bradando por eleições diretas para presidente da República. Ali fora realizado um comício histórico, com a presença de políticos e personalidades de destaque.

O deputado Dante de Oliveira havia proposto uma emenda à Constituição vigente com a finalidade de restabelecer as eleições diretas, mas esta não foi aprovada. No entanto, restava apenas à oposição tentar uma vitória nas eleições diretas no Colégio Eleitoral com a candidatura de Tancredo Neves. Tancredo foi o vencedor, mas um dia antes de tomar posse – em 14 de março de 1985 - foi internado às pressas e José Sarney assumiu interinamente a Presidência da República. Em 21 de abril de 1985, Tancredo Neves veio a falecer e Sarney foi empossado definitivamente como Presidente da República.

Em 15 de novembro de 1986, realizou-se eleição para a Assembleia Constituinte. O objetivo era eleger representantes para que elaborassem a nova Constituição do Brasil. A Assembleia Nacional Constituinte (Brasília) foi instalada em 1º de fevereiro de 1987 e era composta por 559 parlamentares, dentre os quais 487 eram deputados e 72 eram senadores (BRASIL, CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2011<sup>61</sup>). Ulysses Guimarães, político eminente e atuante no movimento “Diretas Já” abriu os trabalhos da Assembleia Nacional Constituinte com um discurso que ressaltava o compromisso da nova Carta Magna com a Democracia:

É um parlamento de costas para o passado este que se inaugura hoje para decidir o destino Constitucional do país. Temos nele uma vigorosa bancada de grupos sociais emergentes, o que lhe confere nova legitimidade na representação do povo brasileiro. Estes meses demonstraram que o Brasil não cabe mais nos limites históricos que os exploradores de sempre querem impor. Nosso povo cresceu, assumiu o seu destino, juntou-se em multidões, reclamou a restauração democrática, a justiça e a dignidade do Estado.<sup>62</sup>

Após mais de um ano de trabalhos, finalmente em 5 de outubro de 1988, a nova Constituição do Brasil foi promulgada. Num discurso emocionado<sup>63</sup>, o deputado Ulysses Guimarães, promulgou a Constituição cidadã, que resgatou os direitos dos cidadãos – direitos individuais, sociais, políticos -, estabeleceu os remédios constitucionais (Habeas Data, Ação Popular, Ação Civil Pública, Habeas Corpus, Mandado de Segurança, Mandado de Segurança Coletivo, Mandado de Injunção) garantiu a independência dos poderes, elevou ao status constitucional o direito à Educação e ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado, além de resguardar o direito ao voto secreto e eleições diretas, bem como restituiu o Estado Democrático de Direito:

*“Ecoam nesta sala as reivindicações das ruas. A Nação quer mudar, a Nação deve mudar, a Nação vai mudar.” São palavras constantes do discurso de posse*

---

<sup>61</sup> Câmara dos Deputados. **Há 25 anos era eleita a Assembleia Nacional Constituinte.**

Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/comunicacao/institucional/noticias-institucionais/ha-25-anos-era-eleita-a-assembleia-nacional-constituente>. Acesso em: 12 set. 2013.

<sup>62</sup> Trecho do discurso proferido pelo deputado Ulysses Guimarães durante a abertura dos trabalhos da Assembleia Nacional Constituinte em 1987. (Disponível na página da Câmara dos Deputados: <http://www2.camara.leg.br/comunicacao/institucional/noticias-institucionais/ha-25-anos-era-eleita-a-assembleia-nacional-constituente>. Acesso em: 12 set. 2013.). Ele foi o Presidente da Assembleia Nacional Constituinte.

<sup>63</sup> Trechos do discurso do deputado Ulysses Guimarães durante a promulgação da Constituição de 1988. Disponível em: [http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/CAMARA-E-HISTORIA/339277--INTEGRA-DO-DISCURSO-PRESIDENTE-DA-ASSEMBLEIA-NACIONAL-CONSTITUINTE.-DR.-ULISSES-GUIMARAES-\(10-23\).html](http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/CAMARA-E-HISTORIA/339277--INTEGRA-DO-DISCURSO-PRESIDENTE-DA-ASSEMBLEIA-NACIONAL-CONSTITUINTE.-DR.-ULISSES-GUIMARAES-(10-23).html). Acesso em: 12 set. 2013.

*como Presidente da Assembleia Nacional Constituinte. Hoje, 5 de outubro de 1988, no que tange à Constituição, a Nação mudou. A Constituição mudou na sua elaboração, mudou na definição dos poderes, mudou restaurando a Federação, mudou quando quer mudar o homem em cidadão, e só é cidadão quem ganha justo e suficiente salário, lê e escreve, mora, tem hospital e remédio, lazer quando descansa. Num país de 30.401.000 analfabetos, afrontosos 25% da população, cabe advertir: a cidadania começa com o alfabeto.*

*Chegamos! Esperamos a Constituição como o vigia espera a aurora. Bem-aventurados os que chegam. (...) A Nação nos mandou executar um serviço. Nós o fizemos com amor, aplicação e sem medo. A Constituição certamente não é perfeita. Ela própria o confessa, ao admitir a reforma. Quanto a ela, discordar, sim. Divergir, sim. Descumprir, jamais. Afrontá-la, nunca. Traidor da Constituição é traidor da Pátria. Conhecemos o caminho maldito: rasgar a Constituição, trancar as portas do Parlamento, garrotear a liberdade, mandar os patriotas para a cadeia, o exílio, o cemitério. A persistência da Constituição é a sobrevivência da democracia. Quando, após tantos anos de lutas e sacrifícios, promulgamos o estatuto do homem, da liberdade e da democracia, bradamos por imposição de sua honra: temos ódio à ditadura (...) Amaldiçoamos a tirania onde quer que ela desgrace homens e nações, principalmente na América Latina.*

*(...) Há, portanto, representativo e oxigenado sopro de gente, de rua, de praça, de favela, de fábrica, de trabalhadores, de cozinheiros, de menores carentes, de índios, de posseiros, de empresários, de estudantes, de aposentados, de servidores civis e militares, atestando a contemporaneidade e autenticidade social do texto que ora passa a vigorar. Como o caramujo, guardará para sempre o bramido das ondas de sofrimento, esperança e reivindicações de onde proveio.*

*A Constituição é caracteristicamente o estatuto do homem.(...) Tipograficamente é hierarquizada a precedência e a preeminência do homem, colocando-o no umbral da Constituição e catalogando-lhe o número não superado, só no art. 5º., de 77 incisos e 104 dispositivos. Não lhe bastou, porém, defendê-lo contra os abusos originários do Estado e de outras procedências. Introduziu o homem no Estado, fazendo-o credor de direitos e serviços, cobráveis inclusive com o mandado de injunção. Tem substância popular e cristã o título que a consagra: “a Constituição*



*cidadã”. Vivenciados e originários dos Estados e Municípios, os Constituintes haveriam de ser fiéis à Federação. Exemplarmente o foram.*

*(...) Nós, os legisladores, ampliamos nossos deveres. Teremos de honrá-los. A Nação repudia a preguiça, a negligência, a inépcia. Soma-se à nossa atividade ordinária, bastante dilatada, a edição de 56 leis complementares e 314 ordinárias. Não esqueçamos que, na ausência de lei complementar, os cidadãos poderão ter o provimento suplementar pelo mandado de injunção. (...) Tem significado de diagnóstico a Constituição ter alargado o exercício da democracia, em participativa além de representativa. É o clarim da soberania popular e direta, tocando no umbral da Constituição, para ordenar o avanço no campo das necessidades sociais. O povo passou a ter a iniciativa de leis. Mais do que isso, o povo é o superlegislador, habilitado a rejeitar, pelo referendo, projetos aprovados pelo Parlamento. A vida pública brasileira será também fiscalizada pelos cidadãos. Do Presidente da República ao Prefeito, do Senador ao Vereador.*

*A moral é o cerne da Pátria. A corrupção é o cupim da República. República suja pela corrupção impune tomba nas mãos de demagogos, que, a pretexto de salvá-la, a tiranizam. Não roubar, não deixar roubar, pôr na cadeia quem roube, eis o primeiro mandamento da moral pública. Pela Constituição, os cidadãos são poderosos e vigilantes agentes da fiscalização, através do mandado de segurança coletivo; do direito de receber informações dos órgãos públicos, da prerrogativa de petição aos poderes públicos, em defesa de direitos contra ilegalidade ou abuso de poder; da obtenção de certidões para defesa de direitos; da obtenção de certidões para defesa de direitos; da ação popular, que pode ser proposta por qualquer cidadão, para anular ato lesivo ao patrimônio público, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico, isento de custas judiciais; da fiscalização das contas dos Municípios por parte do contribuinte; podem peticionar, reclamar, representar ou apresentar queixas junto às comissões das Casas do Congresso Nacional; qualquer cidadão, partido político, associação ou sindicato são partes legítimas e poderão denunciar irregularidades ou ilegalidades perante o Tribunal de Contas da União, do Estado ou do Município. A gratuidade facilita a efetividade dessa fiscalização.*

*A exposição panorâmica da lei fundamental que hoje passa a reger a Nação permite conceituá-la, sinoticamente, como a Constituição coragem, a Constituição*

*cidadã, a Constituição federativa, a Constituição representativa e participativa, a Constituição do Governo síntese Executivo-Legislativo, a Constituição fiscalizadora. Não é a Constituição perfeita. Se fosse perfeita, seria irreformável. Ela própria, com humildade e realismo, admite ser emendada, até por maioria mais acessível, dentro de 5 anos. Não é a Constituição perfeita, mas será útil, pioneira, desbravadora. Será luz, ainda que de lamparina, na noite dos desgraçados. É caminhando que se abrem os caminhos. Ela vai caminhar e abri-los. Será redentor o caminho que penetrar nos bolsões sujos, escuros e ignorados da miséria.*

*(...) A sociedade sempre acaba vencendo, mesmo ante a inércia ou antagonismo do Estado. (...) Termino com as palavras com que comecei esta fala: a Nação quer mudar. A Nação deve mudar. A Nação vai mudar. A Constituição pretende ser a voz, a letra, a vontade política da sociedade rumo à mudança. Que a promulgação seja nosso grito: Mudar para vencer! Muda, Brasil!”*

A Constituição é a Carta Magna de um país que contém princípios que regem toda a Nação e a vida de seus cidadãos, representa o ordenamento jurídico máximo e de acordo com os preceitos democráticos espelha a identidade do país e de seu povo, sua organização política e seus anseios. Numa democracia participativa como é a do Brasil, a CF/88 representou uma ruptura com o passado manchado pela ignorância e cassação de direitos civis e constituiu a expressão que vinha das ruas no movimento “Diretas Já” que bradava por mudanças. No entanto, é a Constituição que mais emendas recebeu: 79 emendas, sendo 6 emendas por meio de revisão, segundo dados de julho de 2013.

É nesse contexto histórico-político no qual a população teve participação ativa e decisiva na mudança dos rumos da Nação e na garantia dos direitos civis, em que os movimentos sociais evidenciaram o protagonismo social como um veículo integrante da democracia é que florescia a corrente jurídica denominada “O Direito Achado na Rua”, na Faculdade de Direito da Universidade de Brasília na década de 80, por meio das ideias do Prof Roberto Lyra Filho e de seu aluno de Mestrado naquela época José Geraldo de Sousa Jr:

Estávamos em 1978, vim fazer o mestrado com o Lyra Filho. Estava interessado em trabalhar com uma proposta que se apoiava em alguns vetores para mim importantes. Primeiro, pensar o jurídico desde uma perspectiva

politizadora. Marilena Chauí diria depois que o Lyra se caracterizou como uma espécie de dignidade política do Direito. (...) Então, me interessava esse processo porque a nossa inserção na plataforma das lutas democráticas fazia ver que o Direito era um Direito que cerceava as liberdades, não era emancipatório, era restritivo. O verdadeiro Direito tinha que emergir dessas lutas e se afirmar, às vezes inclusive contra a lei, como reivindicação por liberdade e por justiça. (SOUSA JR, 2008b)

Essa corrente integra o pensamento crítico do Direito e contribuiu para consolidar a Nova Escola Jurídica Brasileira – NAIR, que se baseia na Teoria Crítica do Direito. Para Lyra Filho, o Direito Achado na Rua “busca uma visão social do fenômeno jurídico” (SOUSA *et al*, 2010, p. 45) superando a posição positivista/legalista do Direito, extraído da realidade e da participação ativa dos sujeitos nas decisões da sociedade as bases para o Direito e não o contrário, como o Direito ditar as diretrizes para a realidade se configurar em forma de lei, tendo o Estado como principal emissor das leis, num caráter hermético e restrito às discussões dos legisladores.

Com um olhar atento para a realidade, seu humanismo dialético via nas contradições humanas um processo dialético social construído por relações sociais (OLIVEIRA, 2008) que se encaminhavam e apontavam no seu interior as soluções para as questões da sociedade, que posteriormente enfrentariam desafios para se concretizar ou não, mas que mesmo assim não reduziam ou ignoravam os avanços decorrentes de todo esse processo. Assim, Lyra Filho (2005, p. 287) pregava:

Uma vez que se trata de ciência normativa, humana e social, a ciência do Direito abrange, no seu coração mesmo, a convergência das raízes sociais, das incisões filosóficas e, até, do estremecimento religioso, desde o organismo humano, em suas bases físico-psíquicas aos problemas fundamentais do espírito, na superação das antinomias entre o homem-produto do meio e da base física e o homem incondicionado, entre o potencial de vontade livre e a efetividade das pressões internas e externas.

E a participação popular onde fica? É nesse cenário, no qual se configuram o exercício da cidadania e a participação ativa dos sujeitos é que se traduz a essência do Direito Achado na Rua:

Fala-se de O Direito Achado na Rua, caracterizando-o muito sucintamente, para aludir a uma concepção de Direito que emerge, transformadora, dos espaços públicos – a rua –, onde se dá a formação de sociabilidades reinventadas que permitem abrir a consciência de novos sujeitos para uma cultura de cidadania e de participação democrática. (COSTA e SOUSA JR, 2009, p. 17)

O diálogo aparece então como uma condição precípua e singular nesses espaços onde o Direito se materializa pela dialética, entremeio aos anseios sociais numa construção coletiva, na existência do “sujeito coletivo de direito representado pelos movimentos sociais que se organizam e lutam no sentido da resolução de problemas que atingem a sociedade, propiciando avanços políticos e jurídicos (AGUIAR, 1994, p. 26 *apud* SOUSA JR, 2008a, p. 32). Ao longo da história do Brasil, os movimentos sociais tem participado ativamente dos destinos da Nação, mobilizando os cidadãos para lutarem pelos direitos fundamentais, pela melhor distribuição de renda e, acima de tudo, pela manutenção da Democracia e da liberdade.

Os recentes protestos de junho marcam essa característica do povo brasileiro de sair às ruas, se mobilizar, tornar a rua um espaço público onde os direitos emergem e se legitimam. A esse respeito Nalini (2008, p. 288) salienta que:

O cidadão brasileiro hoje é um protagonista da História. Tem todas as condições para alterar o rumo das coisas, seja na esfera da administração pública, seja no traçado das políticas destinadas à iniciativa privada. Mas precisa conhecer as ferramentas de participação e delas efetivamente se utilizar.

Esses atores sociais tem sido importantes, e naquele texto de Carlos Loureiro que foi inspirador para esta tese, seguem as ideias nas quais se baseiam o Direito Achado na Rua:

Esta proposta está imbuída de um claro humanismo, pois toma o protagonismo dos sujeitos enquanto disposição para quebrar as algemas que os aprisionam nas opressões e espoliações como condição de desalienação e de possibilidade de transformarem seus destinos e suas próprias experiências em direção histórica emancipadora, como tarefa que não se realiza isoladamente, mas em conjunto, de modo solidário. (SOUSA JR, 2008a, p.5)

É com base nessa linha de pensamento que Oliveira (2008, p. 20) afirma que “ao adotar uma posição preocupada com a afirmação de uma práxis que não seja acrítica, o pensamento lyriano tenta resolver o distanciamento entre o Direito e a realidade social, sem os dogmatismos predominantes no Direito.”

Sousa *et al* (2010, p. 45) explicam que o Direito Achado na Rua exige a superação de algumas visões tradicionalmente difundidas no universo jurídico, tais como, “não haver teoria sem prática e prática sem teoria”, pois “por ser uma ciência social aplicada, fica mais acessível ao campo do direito entender que sua formulação teórica é feita a partir de e tendo em vista a realidade social, pois se destina a ela e dela

é oriunda”. Os autores salientam ainda que o Direito Achado na Rua incorpora a complexidade e a interdisciplinaridade:

É conhecido o fato da modernidade ter criado especializações que se aprofundaram, gerando campos de conhecimento específicos, que por sua vez, tornaram-se disciplinas do saber científico rigorosamente separadas. Contudo, a realidade não possui essa divisão que foi criada artificialmente pela modernidade, mas ao contrário, o fenômeno jurídico por ocorrer na sociedade, necessita dos olhares das mais diversas disciplinas para sua integral compreensão. Neste sentido, uma combinação de pontos de vista oriundos da sociologia, antropologia, ciência política, psicologia, educação, história e economia é necessária para dar conta da complexidade deste fenômeno. Além disso, diferentes saberes se cruzam na compreensão da realidade não-linear que contextualiza o fenômeno jurídico, logo, não é suficiente uma visão hierarquizada e compartimentada dos olhares disciplinares para sua compreensão. Faz-se necessária a correlação das disciplinas para que seja possível uma explicação mais adequada, assim como uma formulação de soluções dos problemas enfrentados na vivência do direito. (SOUSA *et al*, 2010, p. 45)

Roberto Lyra Filho, precursor do Direito Achado na Rua, nasceu em 1926. Era filho do eminente jurista Roberto Lyra. Graduou-se em Direito pela Faculdade de Direito do Rio de Janeiro no ano de 1949 e no ano seguinte iniciou carreira docente na mesma instituição na cadeira de Direito Penal. Na década de 60 mudou-se para Brasília onde continuou o exercício da docência na Universidade de Brasília, ajudando a fundar o curso de Direito e onde plantou as sementes do Direito Achado na Rua.

Naquela época, o país passava por tensões políticas e certamente aquele cenário tenha proporcionado à Lyra Filho o desenvolvimento de suas ideias baseadas em concepções marxistas/dialéticas. Dedicou-se ao Direito Penal e à Filosofia e Sociologia Jurídica. Escreveu vários livros, com destaque para uma obra publicada em 1982 pela Editora Brasiliense, que fazia parte de uma coletânea chamada de “*Coleção Primeiros Passos – O que é Direito*” que até hoje é uma referência não só para estudantes de Direito, mas para todos que desejam compreender como o Direito se desenvolve sob a égide de uma concepção dialética social, considerando-se o cerne histórico-político.

Em 1984, Lyra Filho se aposentou da Universidade de Brasília e mudou-se para São Paulo onde faleceu em 1986 aos 60 anos, deixando um legado impecável para o pensamento jurídico brasileiro. Num texto publicado pelo NAIR (Nova Escola Jurídica Brasileira) em 1985, ele comenta sobre a Constituinte e a reforma universitária e faz ali sua despedida emocionada da docência e da UnB, revivendo suas ideias

marxistas e pregando um ensino baseado na cogestão, onde deveria existir “(...) colaboração entre mestre e estudante, na qual a experiência de uns se enriqueça com as intuições, inquietações e interpelações do outro. (LYRA FILHO, 1985, p. 22). Ele se opunha ao ensino opressor e à pesquisa com viés burocrático e controlador, uma vez que tal enlace impedia a criatividade e maior engajamento dos pesquisadores que poderiam realizar investigações cujos resultados servissem ao povo. (LYRA FILHO, 1985).



**Fig. 18 - Roberto Lyra Filho na Faculdade de Direito (RJ) em 1949 e na década de 80<sup>64</sup>**

Após defender a dissertação de Mestrado intitulada “Para uma Crítica da Eficácia do Direito: Anomia e outros Aspectos Fundamentais” em 1981, sob a orientação de Lyra Filho, Sousa Jr tornou-se um dos grandes perpetuadores das ideias e do legado do Prof Roberto Lyra Filho.



**Fig. 19 - Banca de defesa de dissertação de Mestrado de José Geraldo de Sousa Jr na UnB em 1981. À direita, o orientador Roberto Lyra Filho<sup>65</sup>**

<sup>64</sup> Crédito da 1ª imagem: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-506139276-faculdade-de-direito-do-rio-de-janeiro-roberto-lyra-filho-JM>. Crédito da 2ª imagem: <http://assessoriajuridicapopular.blogspot.com.br/2012/07/biblioteca-roberto-lyra-filho.html>. Acesso em: 18 nov. 2013.

<sup>65</sup> Crédito da imagem: [http://odireitoachadonarua.blogspot.com.br/p/fotos\\_13.html](http://odireitoachadonarua.blogspot.com.br/p/fotos_13.html). Acesso em: 18 nov. 2013.

Organizou diversos eventos sobre o tema Direito Achado na Rua, bem como publicações e a consolidação da linha de pesquisa “Direito Achado na Rua” no Programa de Pós Graduação Stricto Sensu da Faculdade de Direito da UnB.

Em 2008, Sousa Jr defendeu sua tese de doutorado sob a orientação de Luis Alberto Warat, intitulada de “Direito como Liberdade: O Direito Achado na Rua - Experiências Populares Emancipatórias de Criação do Direito”. É uma das teses mais citadas quando se fala em Direito Achado na Rua. Warat (falecido em 2010) junto com Lyra Filho foram precursores de ideias inovadoras sobre o Direito: “Eles tinham uma perspectiva instigadora para transformar nossas próprias atitudes na universidade e na própria existência” (SOUSA JR, 2011).

Wolkmer (2011) explica qual era objetivo de se apresentar uma nova configuração para a visão que se tinha do Direito na época em que Lyra Filho trouxe à luz o Direito Achado na Rua: “A tarefa principal era criar uma ciência jurídica sem dogmas, sem se reduzir às normas”.

Poletti (2013) acredita que Direito Achado na Rua tem um caráter fortemente sociológico e que “no entanto, não temos assistido esse homem da rua, revolucionário, existencialista, resolver a miséria do mundo ou implantar a paz.” E segue afirmando, que existe “mais uma ironia: o capitalismo, objeto de desdém e de crítica, vem se organizando de maneira a esvaziar a própria rua.” E é por esta razão que o Direito Achado na Rua se justifica, pois:

(...) procura restituir a confiança de seu poder em quebrar as algemas que o aprisionam nas opressões e espoliações que o alienam na História, para se fazer sujeito ativo, capaz de transformar o seu destino e conduzir a sua própria experiência na direção de novos espaços libertadores. (SOUSA JR, 2008a, p. 288)

Utópico ou não, combativo ou resistente às pressões da esfera dominante, os ideais do Direito Achado na Rua, se mantêm vivos e se Lyra Filho aqui estivesse certamente pediria para que a caminhada continuasse, pois a interdependência é um traço forte da condição humana:

Toda a problemática da condição humana, afinal, se resume no direito de buscar a felicidade e no dever de contribuir para a salvação coletiva — que se entrosam e se completam, pois não há felicidade autêntica, se esta pretende edificar-se à custa da desgraça alheia; nem há salvação coletiva, ao preço do aniquilamento das pessoas, nas suas aspirações e predileções concretas e individuais. (LYRA FILHO, 1984, p. 38)

À luz desses parâmetros, é que os interesses da coletividade se sobressaem e nos conduzem a uma visão integradora da realidade, visando o bem comum. Embora, muitas vezes os anseios da coletividade não se concretizem, pois as estruturas do poder manipulam avidamente os interesses de grupos e pessoas, mesmo assim é necessário manter o espírito crítico e a crença nas instituições democráticas e é sob esse aspecto que o Direito Ambiental também ingressa nas discussões dos espaços públicos e se justifica também como um direito achado na rua... ou nas ruas...

## **2.5 O Direito Ambiental: um tema além das fronteiras entre as áreas do conhecimento**

Vivemos em tempos em que a interdependência tornou-se evidente. Passamos a compreender que vivemos numa enorme teia, a teia da vida (CAPRA, 1997) na qual a nossa sobrevivência depende da relação que temos com a Natureza e com nosso semelhante. Também temos mais consciência dos problemas gerados pela degradação ambiental que comprometem severamente o futuro das espécies e de nosso planeta, mas ainda não conseguimos chegar a um consenso de como podemos lidar com esses problemas e outros. Ao passo que a tecnologia deu um salto prosaico, a população mundial aumentou consideravelmente na última década e os recursos naturais estão se tornando cada vez mais escassos. Ascendemos para um paradigma holístico e ecológico (CAPRA, 1997), enquanto buscamos outros planetas habitáveis, como se soubéssemos no íntimo que a vida no Planeta Terra estivesse próxima a se esgotar e pudéssemos nos salvar, se esquivando da responsabilidade que temos pela tragédia anunciada.

É nesse momento que exige reflexão pelos atos humanos que tanto têm desagradado a Natureza, que Gadotti (2010) prega a união de todos, defendendo a educação para a cidadania planetária, baseada na consciência socioambiental. Boff (2012) defende a cultura da sustentabilidade onde está a planetaridade de que fala Gadotti (op.cit), pontuando que a complexidade, o holismo e a transdisciplinaridade se enlaçam nesta temática. É nesse sentido de conexão, que devemos ficar alertas aos sinais que a Natureza nos manda.



As mudanças climáticas sinalizam que as agressões frequentes à Natureza trarão consequências arrasadoras e temos parte nessa responsabilidade. Em setembro de 2013, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas divulgou um novo relatório no qual “afirma que há mais de 95% (extremamente provável) de chance de que o homem tenha causado mais de metade da elevação média de temperatura registrada entre 1951 e 2010, que está na faixa entre 0,5 a 1,3 grau” (CARVALHO, 2013).

E o relatório foi mais longe ao afirmar que há um derretimento acelerado das geleiras, o que consequentemente aumentará o nível do mar, além do aumento das radiações, assim “(...) inundações, secas e tempestades provavelmente vão se tornar mais severas no próximo século, à medida que as emissões de gases causadores do efeito estufa aquecem as temperaturas na Terra” (REUTERS, 2013).

Segundo pesquisas divulgadas, o Brasil enfrentará desastres naturais em virtude das mudanças climáticas, e ciente das consequências, o Governo brasileiro tem participado das discussões que envolvem o tema, e para tanto, em 2008, apresentou o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, cujos objetivos são:

Incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação no Brasil, colaborando com o esforço mundial de redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como objetiva a criação de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais (adaptação). (BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008)

Em 2009, o Brasil instituiu a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009, comprometendo-se junto à Convenção - Quadro da ONU sobre Mudança do Clima- a contribuir para redução nas emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.

A preocupação com a questão ambiental vem da época do Brasil Colônia. A vigência das Ordenações Alfonsinas e Manuelinas pelos colonizadores portugueses no Brasil, teve como marco protetivo as florestas, cujo corte de árvores frutíferas era tipificado como crime e ensejava a reparação do dano. O pau-brasil passou a ser propriedade da Coroa Portuguesa que realizava exclusivamente sua exploração e comercialização (COSTA, BOSCARDIN e MAGISTRALI, 2012). O pau-brasil também desencadearia a primeira legislação florestal brasileira – o Regimento sobre o

Pau-Brasil (1605) – que regulava a licença corte do pau-brasil, além de atribuir penas severas àqueles que infringissem tal regimento (SIQUEIRA, 2011).

A fauna brasileira também recebeu atenção, especialmente nas Ordenações Filipinas, que aumentaram o alcance dos bens protegidos e estabeleceram com maior rigor as penas. Foi da diversidade de nossa fauna e flora que outros dispositivos legais surgiram ao longo do período imperial no Brasil, embora esparsos e específicos, nasceram em virtude da simpatia que a família real nutria pelas espécies que aqui encontraram, inclusive com a fundação de museus e jardins botânicos. No período republicano, a legislação avançou com a previsão da competência ambiental da União na Constituição Republicana de 1891 sobre a exploração de terras e minas, além do Código Civil de 1916 trazer elementos protetivos do Meio Ambiente, embora tímidos.

Farias (2013) relata que os anos 20 e 30 foram produtivos para a normatização ambiental, sobretudo, pela emissão de diversos dispositivos: Regulamento de Saúde Pública ou Decreto nº 16.300/23, os recursos hídricos passaram a se reger pelo Código das Águas ou Decreto-lei nº 852/38, a pesca pelo Código de Pesca ou Decreto-lei nº 794/38, a fauna pelo Código de Caça ou Decreto-lei nº 5.894/43, o solo e o subsolo pelo Código de Minas ou Decreto-lei nº 1.985/40, e a flora pelo Código Florestal ou Decreto nº 23.793/34. O autor reitera que esse avanço prosseguiu nos anos 60 com a edição de outras normas importantes como, o Estatuto da Terra ou Lei nº 4.504/64, o Código Florestal ou Lei nº 4.771/65, a Lei de Proteção à Fauna ou Lei nº 5.197/67, o Código de Pesca ou Decreto-lei nº 221/67 e o Código de Mineração ou Decreto-lei nº 227/67.

Na década de 70, o debate sobre o Meio Ambiente ganhou novo status: já tínhamos passado por duas guerras mundiais com uma herança intempestiva deixada para Natureza, além do desenvolvimento nuclear advindo da guerra fria, que trouxe preocupação não apenas para aqueles países denominados de “desenvolvidos”, mas para aqueles que eram “subdesenvolvidos”, independente de sua ideologia capitalista ou socialista. Assim, em junho de 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) organizou a 1ª Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, na Suécia. Na ocasião foi aprovada a Declaração Universal do Meio Ambiente que orientou os países a elevarem o Meio Ambiente ao status de direito fundamental nas legislações pátrias, como condição necessária para a sobrevivência do Homem, das

espécies e do Planeta Terra, além de preservá-lo para as gerações futuras. O Meio Ambiente passou a ser um bem jurídico legitimamente tutelado na esfera local e mundial. Outro documento de relevância internacional é o Protocolo de Quioto, que postula pela redução das emissões de gases que causam o efeito estufa. Em 2005, o Protocolo de Quioto entrou em vigor, mas ainda enfrenta muitas divergências para seu cumprimento.

Em 1981, ainda durante o Governo Militar, o Brasil publicou a Lei nº 6.938 que tratava da Política Nacional do Meio Ambiente e em 1985, avançamos no que diz respeito aos instrumentos protetivos do Meio Ambiente com a publicação da Lei da Ação Civil Pública (Lei nº 7.347/85), intensificando-se a atuação do Ministério Público na tutela ambiental. Nessa esteira, é que a Constituição Federal de 1988 disciplinou e elevou ao status constitucional, a proteção ao Meio Ambiente no art. 225, caput, reconhecendo o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, com a responsabilidade de resguardá-lo para as gerações futuras<sup>66</sup> e “esse dever de preservar a Natureza é compartilhado entre o Estado e o cidadão” (NALINI, 2008, p. 290), visando também qualidade de vida. Isso significa que todos devem agir para proteger a Natureza, seja no âmbito administrativo, civil ou penal:

O cidadão pode agir sozinho, denunciando às autoridades, requerendo providências ao governo, acionando os organismos estatais ou, simplesmente, manifestando seu inconformismo perante a mídia. (...) Se preferir, poderá organizar em movimentos sociais. Há inúmeras entidades direcionadas à proteção do ambiente. Elas exercem papel de relevo na tutela do patrimônio comum. A soma de interesses fortalece o movimento e torna eficazes as suas políticas de persuasão, convencimento e auxílio à repressão. (...) Se o constituinte contemplou o ambiente de forma tão completa e avançada, e o colocou sob a tutela do Estado e da sociedade, foi por haver confiado na cidadania. (...) Foi o mesmo constituinte que acenou com uma democracia participativa em lugar da velha e esgotada fórmula da democracia meramente representativa. (NALINI, 2008, p. 303-304)

Cabe lembrar, que a CF/88 também delineou as competências de cada ente da federação para legislar sobre o Meio Ambiente e incentivou a Educação Ambiental. Em 1992, o Brasil sediou um importante evento que envolvia a temática Meio Ambiente: a Rio 92, onde 179 países assinaram um documento denominado de “Agenda 21”, comprometendo-se a trabalhar pelo desenvolvimento sustentável visando melhorar

---

<sup>66</sup> Art. 225, caput, CF/88: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, CF/88)

as condições ambientais do Planeta Terra. Esse compromisso foi renovado em 2012, com a realização da “Rio + 20”, pois atualmente enfrentamos problemas mais sérios relacionados ao Meio Ambiente, sobretudo, aqueles que se referem às mudanças climáticas, como narramos anteriormente.

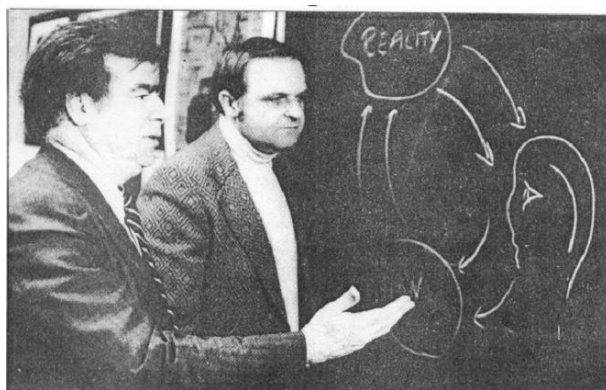
Dez anos depois da CF/88, outro marco importante de proteção ambiental foi publicado: a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao Meio Ambiente. Em maio de 2012, o Novo Código Florestal foi aprovado, em meio a uma série de polêmicas. No entanto, não podemos dizer que o Brasil tenha sido omissivo em relação ao Meio Ambiente e as medidas para sua proteção, embora a efetividade da legislação seja questionada, pois enfrenta interesses de determinados grupos. Outra questão que se coloca urgente é a fiscalização na área ambiental, que ainda enfrenta falhas e falta de recursos. No entanto, houve um avanço significativo no que diz respeito às empresas: grande parte passou a adotar programas de responsabilidade ambiental e ter como missão a sustentabilidade, até mesmo como forma de melhorar o marketing social.

Cabe frisar que a população mundial aumentou consideravelmente e as grandes metrópoles esboçam fadiga. A qualidade de vida no meio ambiente do trabalho e nas cidades têm sido temas recorrentes e algumas alternativas têm sido postas em prática, como a coleta seletiva de lixo, a utilização de materiais sustentáveis, a reciclagem, o aumento de ciclovias e de áreas verdes na cidade, com a construção de parques. Embora, o avanço jurídico seja perceptível, ainda temos muito o que fazer, pois a questão ambiental é um tema que ultrapassa os limites das Ciências Biológica e Jurídica, avançando para todos as áreas de conhecimento. Para tanto, é preciso investir na *reeducação* ambiental em todos os níveis de ensino. Mas, isso só será concretizável se admitirmos a existência de uma ética ambiental (NALINI, 2010), na qual devemos assumir uma postura mais consciente em relação ao mundo físico e aos nossos semelhantes e a herança que iremos deixar, cabendo a todos buscar soluções comuns para os problemas que afetam a Natureza (NALINI, 2011).

## 2.6 A concepção de Modelagem Matemática segundo Ubiratan D’Ambrosio

“Toda realidade está aí submetida à possibilidade de nossa intervenção.” (Paulo Freire)

A concepção de D’Ambrosio (1986, p. 65) sobre Modelagem Matemática está relacionada à percepção da realidade, do cotidiano, pois “para se chegar ao modelo é necessário que o indivíduo faça uma análise global da realidade na qual tem sua ação, onde define estratégias para criar o mesmo, sendo esse processo caracterizado de modelagem”.



**Fig. 20 – D’Ambrosio com Robert Yager (Diretor do Center for Science Education – University of Iowa) em fevereiro de 1981, mostrando o esquema de interação do indivíduo com a realidade<sup>67</sup>**

Segundo D’Ambrosio (1999) a realidade é um elemento essencial - constituída de uma multiplicidade de fatos -, pois deflagra o ciclo de aquisição de conhecimento. A partir de então, o sujeito processa a informação contida nos fatos da realidade, seleciona o que considera relevante e elabora estratégias de ação para modificar a realidade. Para D’Ambrosio (1996, p. 98) a realidade é uma seara rica e deve ser explorada pelo professor, pois “praticamente tudo o que se nota na realidade dá oportunidade de ser tratado criticamente com um instrumental matemático.”

<sup>67</sup> Imagem cedida gentilmente pelo Prof. D’Ambrosio (2013, palestra ICTMA).

Então, o que vem a ser a realidade no contexto da Modelagem? D´Ambrosio (1986) explica que o significado de realidade para o sujeito sofre mudanças conforme ele se desenvolve ao longo do tempo – de início uma perspectiva individual que evolui para uma perspectiva coletiva - e essa realidade também é modificada pela ação do sujeito por meio da incorporação dos artefatos (concretos) e mentefatos (abstratos). Sobre uma definição de realidade<sup>68</sup>, o autor explica que:

Não vou elaborar sobre o que seja realidade. Adoto a concepção mais corrente, materialista, de que realidade é tudo. Tudo é real, eu sou real e tudo foi real, antes de mim, e continuará real, depois de mim. (D´AMBROSIO, 1999).

D´Ambrosio (1999) destaca a existência da realidade natural e sociocultural. O autor (op.cit) esclarece que “a busca de explicações e novos meios de lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural leva a inserir intermediações no triângulo da vida”. Essas intermediações que compõem a realidade são os fatos que são constantemente introduzidos por seres humanos, embora também existam os fatos naturais, como se vê no esquema abaixo.

<b>INDIVÍDUO</b>	<b>Instrumentos / tecnologia</b>	<b>NATUREZA</b>
<b>Comunicação / emoções</b>	<b>OUTRO(S) / SOCIEDADE</b>	<b>Produção / trabalho</b>

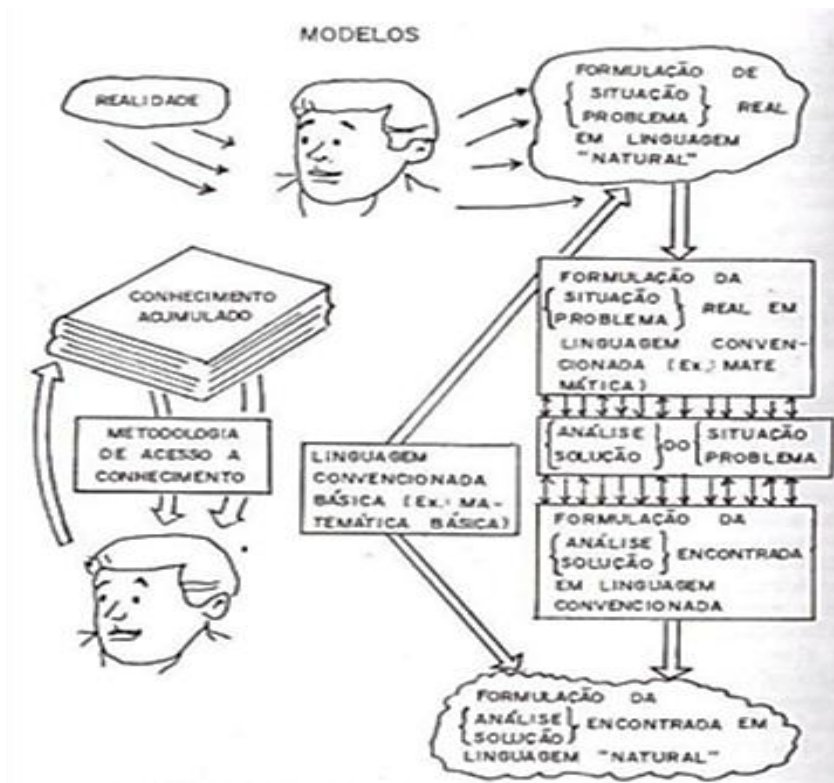
**Fig. 21 – Intermediações criadas pelo Homem (D´Ambrosio, 1999)**

Embora alguns autores como Negrelli (2008), Veleda e Almeida (2010) discutam o conceito de realidade no âmbito da modelagem matemática, em relação a esta tese, adotamos o conceito de caso concreto, utilizada no contexto jurídico no qual se desenvolveu a MM de relação jurídica, e que se adequa à arquitetura da TFC e se coaduna com as ideias de D´Ambrosio (1999) sobre fatos. Assim, ao invés de utilizarmos o termo “realidade” utilizamos o termo “caso concreto” que designa “o fato

---

<sup>68</sup> Há muitas questões que cercam o conceito de realidade, dentre elas aquelas de caráter filosófico. Negrelli (2008, p.32) destaca quatro tipos de realidade que podem surgir combinadas ou não dependendo do direcionamento que é dado à MM: “a realidade objetiva, que existe independente do conhecimento que dela se tem, podendo apenas ser conhecida parcialmente, nunca na sua totalidade; a realidade percebida, restrita àquilo que cada observador capta de uma realidade também tida como existente, sendo portanto, limitadora; a realidade construída, resultante da elaboração mental de cada pessoa, não admitindo portanto a existência de uma realidade única; e a realidade criada, que se apoia numa realidade provável, que não tem sua existência garantida, de modo que sua negação leva à criação de uma nova realidade possível.” Para a autora é necessário identificar os elementos que compõem essa realidade a fim de compreendê-la por meio da resolução do problema dado.

que é objeto de uma relação jurídica submetida a exame, discussão e julgamento.<sup>69</sup> Na figura a seguir, D’Ambrosio (1986, p. 66) explicita o ciclo de Modelagem<sup>70</sup> gerado a partir do problema calcado na realidade e constituído de etapas de resolução do problema, que capacitam o aluno para “análise global da realidade na qual ele tem sua ação” e é constituído pelo contexto, os meios e o processo.



**Fig. 22 – Ciclo de Modelagem proposto por D’Ambrósio**

Sobre o esquema acima, o autor esclarece ser importante iniciar o processo pela tradução da situação real - leitura e interpretação da situação real - num problema formulado na linguagem matemática, que ele denominou de linguagem convencional. Nessa etapa, entendemos que há uma conversão de registros (DUVAL, 2004), que desencadeia no modelo matemático que é uma representação algébrica. É preciso esclarecer que até se chegar ao modelo matemático, o aluno formulará hipóteses e irá testá-las, ou seja, irá desenvolver etapas semelhantes às etapas de resolução de problemas “convencionais”, mobilizando as estruturas cognitivas.

<sup>69</sup> Caso concreto. Disponível no site: <http://www.jusbrasil.com.br/topicos/297209/caso-concreto>.

<sup>70</sup> Numa republicação feita deste esquema em 1996, D’Ambrosio chamou o ciclo de “rotina de ações”. (p.95)

Segundo D'Ambrosio (1986) é necessário deixar claro para os alunos que o modelo matemático representa uma aproximação da situação real e utiliza "(...) informações descritas em termos matemáticos, usando representações numéricas e geométricas (...) (D'AMBROSIO, 1999). Mas, adverte que não se deve distanciar-se da realidade porque ela fornece elementos para verificar a adequação do modelo:

Mas muitas vezes é muito importante nos mantermos próximos à vida, ao real e faz-se necessário verificar, com frequência, se o modelo está se comportando de acordo com a realidade. Esse é o caso dos chamados modelos matemáticos. (...) Esses são caracterizados pela natureza dos parâmetros que se escolhem, que devem ser parâmetros quantificáveis e sujeitos a um tratamento matemático. Sempre será necessário selecionar parâmetros e, portanto também o modelo matemático é uma aproximação do real. Mas deverá ser evitado o distanciamento da realidade e nesse caso se torna necessária uma avaliação, a cada instante, da adequação do modelo. Ora essa avaliação está implícita no processo cognitivo (...) através de uma retro-alimentação mediante informações obtidas da representação. (D'AMBROSIO, 1999)

O autor explicita que após a elaboração do modelo, devemos tratá-lo como um sistema observando seus componentes e as relações entre eles. Segundo D'Ambrosio (1999), o sistema é "muitíssimo mais simples que os fatos originais que provocaram a representação sobre a qual construímos o modelo." E alerta para a ação que o sujeito exercerá sobre esse sistema, sobre esse modelo elaborado, e o modo como irá analisá-lo, sob qual perspectiva irá enxergá-lo para que não imponha limitações a ele e acabe se perdendo, se distanciando da realidade e provocando o aparecimento de um contexto abstrato, díspare daquele que o originou. Por isso, é essencial que a elaboração de um modelo matemático tenha uma finalidade bem definida para que seu posterior uso não seja distorcido e derive interpretações errôneas dos fenômenos aos quais está relacionado. Esse cuidado ao estabelecer um sistema, constitui a essência do processo de Modelagem como esclarece D'Ambrosio (2013):

(...) lidar com o modelo e com os parâmetros associados a ele, com o objetivo de lidar com e explicar fatos selecionados e os fenômenos da realidade, e usando os recursos intelectuais chamados de Matemática, é a essência da Modelagem Matemática.

A seguir, apresentamos o esquema proposto por D'Ambrosio (1999) onde o modelo é uma estratégia de conhecimento, que admitindo um número maior de parâmetros necessitará de computadores com programas avançados para processá-los, o que demonstra que os modelos matemáticos podem ser extremamente complexos:



<b>REALIDADE</b>
Fatos/ artefatos/ mentefatos
Representação
<b>Modelo</b>
1ª etapa de informação
Informações subsequentes
INDIVÍDUO
AÇÃO

Fonte: D'Ambrosio (1999)

**Fig. 23 - Modelos como estratégia de conhecimento**

D'Ambrosio (1999) esclarece ainda que “o processo cognitivo considera uma modelagem mais ampla, utilizando outros parâmetros além dos matemáticos.” Por este motivo, nesta tese também analisamos os conhecimentos extramatemáticos mobilizados pelos alunos durante o processo de modelagem matemática da relação jurídica. O autor (op.cit) pontua a importância da modelagem nos estudos sobre cognição enfatizando que “a modelagem, além de contribuir para as ciências exatas, físicas e naturais e a tecnologia, também abriu novos horizontes para os estudos das ciências da cognição.” E segue afirmando que “hoje as ciências da cognição (...) consideram o ser humano um processador de informação de um tipo muito especial (...).”

Em 2009, D'Ambrosio publicou um trabalho intitulado “Mathematical Modeling: Cognitive, Pedagogical, Historical And Political Dimensions” no *Journal of Mathematical Modelling and Application* no qual acrescenta novas ideias ao seu estudo teórico sobre a MM, afirmando que esta deve ser interpretada como investigação, com objetivos de encontrar o novo, e não com objetivos de encontrar algo repetido, que já é bem conhecido, e foi com base neste aspecto que D'Ambrosio salientou é que traçamos o caminho da pesquisa qualitativa desta tese. Nesse artigo, D'Ambrosio reitera o que havia dito em artigos publicados na década de 80 e 90 sobre a concepção de MM relacionada às elaborações sobre as representações da realidade:

A prática de criar modelos e elaborar sobre eles utiliza materiais e instrumentos intelectuais. No caso da utilização de instrumentos matemáticos, referimo-nos a esta prática como modelagem matemática. Eu

reconheço a modelagem matemática como uma estratégia por excelência do ser humano para a geração de conhecimento e de aprendizagem. (...) Modelos são representações do real e modelagem é a elaboração sobre essas representações, particularmente como essas representações são criadas e como é possível, através da elaboração sobre os modelos, poder tirar informações sobre o real. (D'AMBROSIO, 2009, p. 91, tradução nossa)

No trabalho de 1999, D'Ambrosio já afirmava que há uma ponte entre a modelagem e a resolução de problemas. No artigo publicado em 2009, ele resgata essa ponte advertindo que o processo de modelagem não pode ser inspirado apenas em "problemas colocados pela vida" e que outros tipos de problemas também podem ser utilizados no processo de Modelagem:

Há um perigo em restringir a prática de Modelagem Matemática para os problemas colocados pela vida. Fictícios, situações imaginárias e fantasia são igualmente importantes. Podemos usar a ficção como um recurso para criar uma situação que tem elementos da vida real misturadas com elementos de ficção. Isso eu chamam de "situação fictícia real". (p.96, tradução nossa)

Para tanto, D'Ambrosio (2009) cita o caso de Malba Tahan e os diversos problemas que ele criou por meio de estórias que desafiavam a imaginação e a criatividade na busca de solução e criação de modelos matemáticos. Assim, o modelo matemático nasce da resolução de um problema, e é importante colocar que há pesquisas na área que discutem a questão das etapas para resolução de problemas – que se assemelham às etapas de modelagem propostas por autores da área de MM - , sobretudo, o tradicional trabalho de Polya (1978), que ainda é referência, e os trabalhos de Schoenfeld (1985, 1992), Pozo (1998), Kilpatrick (1969), Stanic e Kilpatrick (1989). Onuchic (2012) coloca que as pesquisas na área de resolução de problemas tem obtido pouco sucesso nos últimos anos, com controvérsias em análises feitas por pesquisadores no que se refere às heurísticas e processos de resolução.

D'Ambrosio (2007c, p. 517, tradução nossa) abordando a questão da resolução de problemas em seu artigo "Problem Solving: a personal perspective from Brazil", apresenta uma visão diferente no modo como os problemas passaram a ser resolvidos, havendo o que ele chama de transição conceitual: Determinados problemas - > identificação de problemas (Problematização); Trabalho individual na resolução do problema -> Trabalho cooperativo (equipes); Solução única para o problema -> problemas abertos; Soluções exatas -> soluções aproximadas.

Esta abordagem vem sendo utilizada em várias áreas como Administração, Negócios, Meio Ambiente, inclusive, como coloca D'Ambrosio (2007c) a resolução de problemas passou a ser um componente da formação profissional. A adoção dessa abordagem rompe com aquelas etapas "lineares" e vistas como "receitas" na resolução de problemas, que passam a impressão de que se uma delas for excluída, esquecida ou omitida, não se chega à resolução.

Como exemplo desta nova tendência, sobretudo, no Ensino Superior, citamos o caso da disciplina "Jogos de Empresa" no Curso de Administração, que contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades para o aprimoramento das estratégias e decisões no mundo corporativo, enfatizando a questão da cooperação e pensamento flexível e criativo do indivíduo diante das situações que lhe são colocadas e que devem ser decididas em equipe.

Essa tendência mais aberta, calcada na flexibilidade cognitiva e na criatividade na questão da resolução de problemas e conseqüentemente na elaboração do modelo matemático foi um dos pressupostos do trabalho desenvolvido nesta tese, uma vez que não compartilhamos daquelas "tradicionalis" etapas de MM citadas na literatura, até mesmo porque a proposta de MM se desenvolveu de uma forma e em um contexto diferente do que se costuma ver.

Assim, compartilhamos da ideia do fomento à criatividade nas atividades de modelagem e assim, nos apropriamos de referenciais importantes sobre cognição para fundamentar os indicadores que elaboramos. Sobre o pensamento criativo no Ensino de Matemática, Brolezzi (2005, p.4) faz a seguinte colocação, que julgamos adequada para o trabalho de modelagem de relações jurídicas que desenvolvemos nesta tese, cujos indicadores elaborados também privilegiaram a componente criatividade:

Perambular, andar por aqui e ali, deixar o pensamento solto. Detectar algumas pistas sutis, elaborar algumas hipóteses. Olhar o problema de outra forma, inverter as perspectivas. Sair do estrito mundo das condições pré-estabelecidas, olhar para além do nosso horizonte estreito.

Após chamar a atenção para a ausência de propostas que contribuem para que os alunos manifestem a criatividade na resolução de problemas, D'Ambrosio (2009, p. 96-97) postula que o Programa Etnomatemática também contempla a Modelagem

Matemática apresentando passos para atingi-la, de uma forma mais sucinta do que o exposto no esquema publicado em 1986:

Ele discute a evolução do conhecimento matemático, tanto na história de um indivíduo e na história da espécie humana, como uma resposta a uma variedade de situações e problemas, de natureza diferente. Isto é formalizado nas três etapas básicas de pesquisa: 1. Como passar de soluções ad hoc e práticas de métodos; 2. Como a partir de métodos para teorias; 3. Como passar da teoria à invenção. (...) o indivíduo, quando de frente para uma nova situação ou um problema, tenta compreender ou resolvê-lo. Esta é uma solução ad hoc. O próximo passo é tentar o mesmo procedimento para situações e problemas semelhantes. No caso de ter sucesso, este é repetido, e alcança-se um método. Isto permite a criação de novas formas de lidar com novas situações e problemas. Estes passos são a essência da Modelagem Matemática.

Em 2013, durante palestra<sup>71</sup> no “16th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications” em Blumenau, D’Ambrosio reiterou essa relação entre Modelagem e Etnomatemática:

Os sistemas complexos de conhecimento e comportamento que são as estratégias envolvidas no processo de modelagem e as bases cognitivas da geração, organização e transmissão e difusão da Etnomatemática tem relações íntimas. Modelagem e Etnomatemática são estratégias complementares desenvolvidos pela espécie humana para lidar com a realidade. (tradução nossa)

Essa relação da Etnomatemática com a Modelagem é defendida por Orey e Rosa (2009, p. 59) que afirmam “(...) que a etnomatemática pode ser caracterizada como uma forma de entendimento do pensamento matemático dos grupos culturais e que a modelagem atua como uma ferramenta que se torna importante para que os indivíduos possam atuar, agir e interagir no mundo.” Assim, os referidos autores (op.cit) são categóricos ao relacionar a Etnomatemática e sua relação com a Modelagem na transformação da realidade social, pois a Modelagem passa a ser um instrumento para compreender, analisar e refletir sobre a realidade e por meio de ações, modificá-la.

Essa estreita relação entre a Etnomatemática e a Modelagem, foi definida por Caldeira (2007b, p. 83) como Etnomodelagem. Para o autor, a Etnomodelagem é um processo que considera “(...) a matemática construída e significada nas práticas

---

<sup>71</sup> Palestra proferida durante o 16th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications, FURB/Universidade Regional de Blumenau Blumenau, SC – Brazil, 14<sup>th</sup> to 19<sup>th</sup> July 2013, intitulada “Mathematical Modelling as a strategy for building-up systems of knowledge in different cultural environments”. Conteúdo cedido gentilmente pelo Prof Ubiratan D’Ambrosio.

culturais da comunidade, bem como as influências desses significados no processo pedagógico, e ainda fazendo uso dos pressupostos da Modelagem Matemática como um meio para se alcançarem os objetivos propostos (...).”

Em 2010, Rosa e Orey, estenderam a discussão entre a tênue fronteira entre a Etnomatemática e a Modelagem passando a utilizar o termo Etnomodelagem:

A matemática utilizada fora da escola pode ser considerada como um processo de etnomodelagem e não como um mero processo de manipulação de números e procedimentos. A aplicação das técnicas da etnomatemática e das ferramentas da modelagem permite a visualização de uma realidade diferente ao favorecer a introspecção sobre matemática que é realizada de uma maneira holística. Nesta perspectiva, a abordagem pedagógica que conecta os aspectos culturais da matemática com os seus aspectos acadêmicos é denominada etnomodelagem, que é um processo de tradução e elaboração dos problemas e questionamentos que são retirados dos sistemas que são parte da realidade dos alunos. (ROSA e OREY, 2010, p. 14)

Mesmo não enfocando as questões socioculturais, Bassanezi (2002, p.208) não deixa de empregar a expressão “etno” quando comenta sobre a MM pontuando que “quando se assume a visão de matemática como algo presente na realidade concreta, sendo uma estratégia de ação ou interpretação desta realidade, se está adotando o que caracterizamos como uma postura de etno/modelagem.”

Mas, a concepção de D’Ambrosio (1986, 2009) sobre MM transcende a utilização da Modelagem como estratégia de aquisição de conhecimento, e fomenta uma formação holística do indivíduo, sua integração com o seu semelhante numa convivência harmônica e, sobretudo, o preparo para exercício da cidadania que vem de encontro com a perspectiva sociocrítica e transdisciplinar da Modelagem que adotamos neste trabalho:

Insisto no princípio básico de ancorar a prática educativa nos objetivos maiores da educação, que são essencialmente responder aos anseios do indivíduo e prepará-lo para a vida em sociedade, isto é, para a cidadania. O grande desafio é, portanto, combinar o individual e o social. Não priorizar um sobre o outro, mas tratá-los como dois aspectos do comportamento humano, não excludentes, mas mutuamente essenciais. Talvez esse seja um dos temas mais fascinantes no estudo da condição humana, isto é, conciliar o individual e o social. (D’AMBROSIO, 2012, p. 55)

No entanto, a realidade contemporânea apresenta uma complexidade na qual questões de toda natureza não podem mais ser analisadas de modo disjunto e a Matemática deve rever seu papel na Sociedade da Informação diante de estruturas tão

contraditórias muitas vezes discutidas e polemizadas por filósofos como Robert Nozick, John Rawls e Michael J. Sandel. Assim, achamos pertinente trazer outro esquema de desenvolvido por D'Ambrosio<sup>72</sup> (2012, p. 20) na qual a realidade incorpora elementos que suscitam a formação crítica e cidadã dos sujeitos, pois questiona a estrutura do poder, portanto, se justificam as ideias da Educação Matemática Crítica.

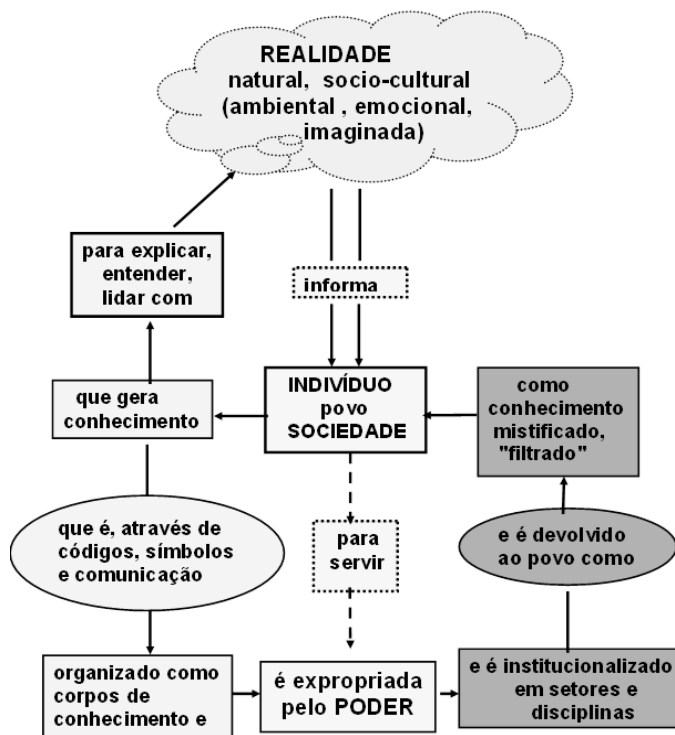


Fig. 24 – Realidade e estrutura de poder

## 2.7 As concepções e a prática da Modelagem Matemática em sala de aula

Embora o movimento de introdução da Modelagem Matemática em sala de aula tenha se propagado nos últimos anos (BIEMBENGUT, 2009; BIEMBENGUT e SCHIMITT, 2010) e experiências pontuais e bem sucedidas com MM nos cursos de Licenciatura tenham sido frequentemente realizadas (BIEMBENGUT e MARTINS,

<sup>72</sup> Palestra proferida pelo Prof Ubiratan D'Ambrosio na Universidade Federal do ABC em 29 de fevereiro de 2012 intitulada "História das Ciências e da Matemática no Brasil: da Institucionalização à Difusão". Conteúdo cedido gentilmente pelo Prof Ubiratan D'Ambrosio.

2008), a MM não se firmou como disciplina nos currículos de Licenciatura de Matemática. (ALMEIDA e DIAS, 2003; SANT´ANA, 2010).

Em 2009, por meio de um mapeamento, Biembengut e Schimitt identificaram apenas 112 cursos de Licenciatura que possuem a MM em sua grade curricular e que efetivamente a implantaram como disciplina e perpetuaram a sua prática em sala de aula. Barbosa (2001) *apud* Oliveira, e Patrocínio Jr e Santana (2007) defende a inserção da MM como disciplina no currículo da Licenciatura de Matemática e sua prática em outras disciplinas do curso. Essa postura é consequência da ideia de que a MM é considerada um ramo da Matemática como defendem Biembengut e Hein (2005, p. 12):

**A modelagem matemática constitui um ramo próprio da Matemática** que tenta traduzir situações reais para uma linguagem matemática, que por meio dela se possa melhor compreender, prever e simular ou, ainda, mudar determinadas vias de acontecimentos, com estratégias de ação, nas mais variadas áreas do conhecimento. (grifo nosso)

No campo da Educação Matemática, a MM tem se fortalecido como uma vasta área de pesquisa no Brasil, sobretudo, pelas discussões férteis promovidas por eventos como o SIPEM, onde o GT da Modelagem Matemática tem atuado efetivamente. Diversos trabalhos sobre MM voltada para a Educação Matemática têm sido publicados, narrando experiências de sua prática em todos os níveis de ensino, sob o ponto de vista docente e discente, abordando aspectos cognitivos, pedagógicos, epistemológicos, metodológicos e da própria formação docente. Nesse passo, caminham as dissertações e teses sobre MM que tiveram uma ascendência nos últimos anos, como demonstra o mapeamento realizado por Dorow e Biembengut (2008).

Nos cursos de Engenharia, a Modelagem Matemática não aparece como uma disciplina ligada ao desenvolvimento de conteúdos específicos como é o caso da Engenharia Ambiental com a disciplina “Modelagem de Sistemas Ambientais”, como já citamos. Pouco do que se vê de Modelagem Matemática nos cursos de Engenharia se dá por meio das demonstrações das “fórmulas” nas aulas de Física, as quais são posteriormente decoradas, e o processo de construção daquele modelo matemático relacionado a um fenômeno físico sequer é lembrado pelos alunos e nem é solicitada sua demonstração para averiguar se compreenderam ao menos o desenvolvimento dos

algoritmos. Os alunos simplesmente copiam as demonstrações e não questionam os procedimentos, prendendo-se ao modelo matemático final.

Sobre o que relatamos, Engelbrecht (2010) comenta que quando os alunos chegam à Universidade, a Matemática é baseada em um sistema axiomático em que o raciocínio dedutivo é o único caminho aceitável para ganhar novos conhecimentos matemáticos. Assim, as demonstrações e/ou deduções dos modelos matemáticos em Física ganham um sentido de garantia absoluta da verdade, sem levá-los a refletir sobre outros caminhos de se chegar ao modelo matemático. Os passos da demonstração se parecem com receitas a serem seguidas. O autor coloca que esses procedimentos fixos e repetitivos trazem uma confiança ao aluno que se habitua a estudar desta forma e isso certamente inviabiliza a flexibilidade cognitiva.

Na Engenharia Ambiental, a Modelagem exerce um papel importante como ressaltam Shitsuka e Silveira (2011, p. 6):

A Matemática é uma ciência que fornece ferramentas para os engenheiros ambientais trabalharem de modo quantitativo por meio da modelagem de problemas ambientais e desta forma, torna-se possível o controle e até a previsão dos fenômenos desta área de conhecimentos e atuação. (...) Na Engenharia Ambiental, a matemática pode ajudar a modelar, por exemplo, desde o impacto causado por vazamento de petróleo de um navio petroleiro (...) até o cálculo de recursos de modo contextualizado (SHITSUKA et al, 2009) Quando se aborda a matemática dentro do contexto que os alunos trabalham ou estudam, pode ocorrer a aprendizagem significativa e uma das melhores formas de se trabalhar é por meio da modelagem (BURAK, BARBIERI, 2005).

Dessa forma, como percebemos a MM veio ganhando campo no cenário de debates sobre o conhecimento matemático e todas as peculiaridades que lhe cercam, assim como as posturas que os pesquisadores assumem sobre a MM e seu processo diante das pesquisas que efetuam. Então, chegamos à conclusão que de acordo com a ênfase dada pelo autor para determinados aspectos, a MM assume uma definição. Em geral, embora assumam diversas facetas, notamos que as definições mantêm em seu enunciado a essência da Modelagem que é a construção e/ou elaboração de modelos matemáticos.

Dessa maneira, surgem as diversas concepções sobre o que venha a ser Modelagem Matemática, que já recebeu a denominação de Modelação, Modelização, Modelamento e atualmente encontra-se pacificada na literatura de Educação



Matemática a nomenclatura “Modelagem Matemática”. A seguir, apresentamos um quadro com as concepções de MM. Nossa pretensão não é analisá-las com profundidade, mas demonstrar sua diversidade:

**Quadro 1 – Concepções de MM**

<b>Autor</b>	<b>Concepção de MM</b>	<b>Aspectos em Destaque</b>
<b>Barbosa (2002, p.6)</b>	Modelagem “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas do conhecimento.”	- MM como ambiente de aprendizagem; - Pressupostos: indagação e investigação; - Veículo: Matemática; - Vínculo: com outras áreas do conhecimento
<b>Burak (1992, p. 62)</b>	“(…) constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e tomar decisões.”	- MM como conjunto de procedimentos; - Veículo: Matemática; - Vínculo: com a realidade, cotidiano.
<b>Bassanezi (2002, p.24)</b>	A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual”	- MM como transformação de situações em problemas matemáticos. - Veículo: Matemática; - Vínculo: com a realidade.
<b>Biembengut e Hein (2005, p.28)</b>	“Como metodologia de ensino-aprendizagem” que “parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema”	- MM como metodologia de ensino-aprendizagem; - Pressupostos: questionamentos, pesquisa; - Veículo: Matemática; - Vínculo: com situações-problema e/ou temas
<b>Malheiros (2004, p.70)</b>	“Como uma estratégia pedagógica, em que os alunos, a partir de um tema ou problema de interesse deles, utilizam conteúdos matemáticos para investigá-lo ou resolvê-lo, tendo o professor como um orientador durante todo o processo”.	- MM como estratégia pedagógica - Pressupostos: investigação orientada pelo professor; - Veículo: Matemática; - Vínculo: com situações-problema e/ou temas de interesses dos alunos
<b>Bean (2001, p.53)</b>	“A essência da modelagem matemática consiste em um processo no qual características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas, com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras, e representadas em termos matemáticos (o modelo)”	- MM como processo; - Veículo: Matemática; - Vínculo: objeto ou sistema.
<b>Oliveira (2010, p.7)</b>	“Modelagem matemática é um ambiente de aprendizagem em que os estudantes são convidados a solucionar matematicamente problemas não matemáticos com referência na realidade que possuam potencialidades de gerar reflexões sobre a presença da Matemática na sociedade.”	- MM como ambiente de aprendizagem; - Pressupostos: Educação Matemática Crítica; - Veículo: Matemática; - Vínculo: com a realidade.
<b>Ferreira e Jacobini (2010, p. 11)</b>	“A modelagem matemática, além de se constituir em um importante instrumento de aplicação da matemática para resolver problemas reais, também gera necessidades para o levantamento de dados e para simplificações das situações da realidade. Nessa direção, a modelagem matemática favorece a construção de um ambiente onde os alunos podem realizar simulações e fazer analogias, na medida em que um mesmo modelo pode ser útil na representação de diferentes situações, auxiliando os alunos na identificação de aplicações em outras áreas do conhecimento e em diferentes contextos.”	- MM como ambiente de aprendizagem; - Pressupostos: simulações, analogias, aplicações em diversas áreas do conhecimento e contextos; - Veículo: Matemática. - Vínculo: com a realidade.
<b>Chaves e Espírito Santo (2008, p.159)</b>	“Como um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, que permite que os conteúdos matemáticos sejam conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação.”	- MM como ambiente de ensino e aprendizagem; - Pressupostos: investigação, transdisciplinaridade; - Veículo: Matemática. - Vínculo: com conteúdos matemáticos.

<b>Chaves (2005, p.37)</b>	“Modelagem Matemática como um ambiente de ensino e de aprendizagem onde o professor, através de problematizações de situações com referência na realidade, oportuniza ao aluno, a construção de modelos matemáticos, sobre os quais ele faça inferências e/ou projeções, cabendo ao professor o acompanhamento das atividades, no sentido de conduzir o aluno na/para a construção do conhecimento matemático previsto no planejamento escolar.”	- MM como ambiente de ensino e aprendizagem; - Pressupostos: problematização orientada pelo professor; - Veículo: Matemática; - Vinculo: com a realidade.
<b>Araújo (2002, p. 39)</b>	Modelagem consiste em “ (...) uma abordagem por meio da matemática, de um problema não-matemático da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho.”	- MM como ambiente de aprendizagem baseado no trabalho colaborativo; - Pressupostos: levantamento de problemas pelos alunos, Educação Matemática Crítica. - Veículo: Matemática; - Vinculo: com a realidade.
<b>Caldeira (2009, p. 46-47)</b>	Modelagem Matemática é dinâmica e permite ao estudante criar, ele pode também inventar algoritmos de resolução ou criar algum procedimento matemático, advindo de sua vida fora da escola, para resolver determinadas situações. Isso garantirá a multiplicidade de formas de pensar matemática e fugirá da sua imutabilidade e a-historicidade. (...) Modelagem Matemática não se constitui em um método para justificar a existência de apenas uma visão da matemática, imposta pelo currículo oficial. Prefiro pensar que a Modelagem Matemática deve servir para que possamos dar significado também pelo particular de uma cultura e não apenas para justificar uma matemática que já está pronta, denominada universal.	- MM como ambiente de aprendizagem; - Pressupostos: aluno como protagonista, perspectiva sociocrítica. - Veículo: Matemática; - Vinculo: com a realidade e com a cultura.
<b>Lingefjärd (2006, p. 96)</b>	“A modelagem matemática é muito mais do que apenas tomar uma situação, geralmente do mundo real, e usando variáveis e uma ou mais elementares funções que se encaixam os fenômenos sob consideração para se chegar a uma conclusão de que pode então ser interpretado à luz do original situação. A modelagem matemática pode ser definida como um processo matemático que envolve observação de um fenômeno, conjecturar, estabelecer relações, aplicação de análises matemáticas (equações, estruturas simbólicas, etc), a obtenção de resultados matemáticos, e reinterpretação do modelo (tradução nossa)	- MM como processo matemático; - Pressupostos: elementos cognitivos; - Veículo: Matemática; - Vinculo: com o fenômeno estudado.
<b>Gómez i Urgellés (2004, p. 2)</b>	“Ferramenta de ensino inovadora eficiente e uma correia de transmissão que fornece a aquisição de conhecimento e que torna a realidade matemática irmã da realidade.” (tradução nossa)	- MM ferramenta de aprendizagem; - Pressupostos: aquisição de conhecimentos; - Veículo: Matemática; - Vinculo: com a realidade.
<b>Gallardo (2009, p. 20)</b>	“A modelagem matemática pode ser concebida como o processo cognitivo que tem de ser realizado para se chegar à construção do modelo matemático de um problema ou objeto da área do contexto.” (tradução nossa)	- MM como processo cognitivo; - Pressupostos: elementos cognitivos; - Veículo: Matemática; - Vinculo: com o contexto.
<b>Vasco (2010, p. 10)</b>	“A modelagem é a arte de produzir modelos. Por isso, a modelagem matemática é a arte de produzir modelos matemáticos que simulem a dinâmica de certos subprocessos que ocorrem na realidade. Se trata de um processo de detecção, formulação e projeção de regularidades por meio da criação de um artefato mental, um sistema com seus componentes, transformações e relações, cujas variáveis covariam em forma que simulem as regularidades da covariação dos fenômenos ou processos que se pretende modelar.” (tradução nossa)	- MM como processo cognitivo; - Pressupostos: elementos cognitivos; - Veículo: Matemática; - Vinculo: com a realidade.

Fonte: Elaborado pela autora da tese

Utilizada desde os primórdios da civilização pelo Homem, sobretudo, pelos gregos que introduziram a noção de demonstração (BROLEZZI, 2010), a modelagem matemática se institucionalizou na medida em que o Homem organizou o pensamento matemático, o formalizou, elaborou conjecturas, desenvolveu teoremas, percebeu

regularidades e seu uso para solucionar questões do cotidiano, como na agrimensura e construção civil. É o que asseveram Biembengut e Hein (2005, p. 7):

A modelagem matemática, arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações – problemas de nosso meio, tem estado presente desde os tempos mais primitivos. Isto é, a modelagem é tão antiga quanto a própria Matemática, surgindo de aplicações na rotina diária dos povos antigos.

Orey e Rosa (2009, p. 58) acentuam esta ideia ao afirmarem que:

(...) que quando se observa a história da matemática, (...) a modelagem matemática é o pilar sobre o qual a matemática se desenvolveu e ainda se desenvolve, por meio de um processo de abstração, que é construído sobre os modelos matemáticos, que são representações aproximadas do real.

E serviu como estruturante (PIETROCOLA, 2002) dos modelos matemáticos de sistemas físicos, que deram origem às teorias da Física Clássica e da Física Moderna e Contemporânea, essenciais para se compreender o macrocosmo e microcosmo.

Na Educação Matemática, a utilização da MM em sala de aula e sua inclusão no currículo são defendidas por vários autores. Blum e Niss (1989) *apud* Lingefjård (2006) apresentam argumentos de ordem formativa, crítica, prática, cultural e instrumental para a inclusão da MM no currículo no sentido de promover a criatividade na resolução de problemas, desenvolver um potencial crítico para que os alunos possam usar a Matemática em contextos extramatemáticos – como fizemos nesta tese - , preparar os alunos para serem capazes de praticar e aplicar a modelagem, inclusive nas atividades profissionais, apresentar os aspectos essenciais e as aplicações da Matemática e da MM em outras áreas do conhecimento, auxiliar os alunos na aquisição e compreensão dos conceitos matemáticos, inclusive, servindo como incentivo para que os alunos se interessem em estudar certas disciplinas matemáticas.

Por outro lado, mas seguindo a mesma trilha apresentada anteriormente, Blum (1995) *apud* Barbosa (2003) alega, em síntese, os seguintes argumentos para inseri-la no currículo: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a Matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração, compreensão do papel sociocultural da matemática.

Todavia, Bassanezi (2002, p. 36-37), apresenta argumentos de utilidade, formativo, de aprendizagem, de competência crítica, intrínseco e de alternativa epistemológica para utilizar a MM como uma estratégia de ensino de Matemática:

**Argumento de utilidade:** enfatiza que a instrução matemática pode preparar o estudante para utilizar o conhecimento matemático como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas;

**Argumento formativo:** enfatiza aplicações matemáticas e a performance da modelagem e resolução de problemas como processo para se desenvolver a capacidade em geral e as atitudes dos estudantes, tornando-os explorativos, criativos e habilidosos na resolução de problemas;

**Argumento de alternativa epistemológica:** a modelagem também se encaixa no Programa Etnomatemática, pois parte da realidade e chega, de maneira natural através de um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural à ação pedagógica, atuando como uma metodologia alternativa e adequada às diversas realidades socioculturais.

**Argumento de aprendizagem:** garante que os processos aplicativos facilitam ao estudante compreender melhor os argumentos matemáticos, guardar os conceitos e os resultados e valorizar a própria matemática.

**Argumento de competência crítica:** focaliza a preparação dos estudantes para a vida real como cidadãos atuantes na sociedade, competentes para ver, formar juízos próprios, reconhecer e entender exemplos representativos de aplicações de conceitos matemáticos;

**Argumento intrínseco:** considera que a inclusão de modelagem, resolução de problemas e suas aplicações, fornecem ao estudante um rico arsenal para entender e interpretar a própria matemática em todas as suas facetas.

No entanto, a prática da MM esbarra em outros fatores além da inserção no currículo, sendo um deles a questão da formação docente. Em 2008, acompanhamos o Curso de Especialização em Modelagem Matemática em Ensino - Aprendizagem ofertado na Universidade Federal do ABC, situada em Santo André e coordenado pelo Prof Rodney Bassanezi. Realizamos uma pesquisa para averiguar o perfil docente e as percepções dos professores sobre a MM e sua prática. Destacamos aqui algumas questões levantadas durante aquela pesquisa as quais julgamos pertinentes a respeito da formação docente e da prática da Modelagem (LOZADA, 2009, p. 10) e que evidenciam as preocupações que tem se mostrado comuns entre aqueles que almejam introduzi-la em sala de aula. A amostra era constituída por 41 docentes e o questionário possuía 11 questões. A seguir, expomos 7 questões do referido questionário com uma breve análise.

Em relação à formação docente, a maioria dos docentes entrevistados assinalou que sua formação é regular para a prática da MM apresentando algumas dificuldades em alguns conteúdos matemáticos sendo necessário revê-los e/ou aprendê-los.

O conhecimento e o domínio do conteúdo são fundamentais para a prática da MM em sala de aula (SHULMANN, 1987; TARDIF, 2002; BALL, 1988). A falta de domínio traz insegurança ao professor levando-o a eximir-se de abordar certos conteúdos e utilizar certas práticas pedagógicas. Por outro lado, há muitos cursos de Licenciatura com currículos mal estruturados. Houve um tempo em que se criticava o excesso de disciplinas “técnicas” nas Licenciaturas em detrimento das disciplinas pedagógicas. A falta de equilíbrio nas grades curriculares fez com muitas disciplinas “técnicas” – aqui entendidas como aquelas que se referem aos sub-ramos da Matemática - fossem suprimidas. Isso contribuiu para piorar a formação docente e consequentemente trouxe reflexos em sua atuação em sala de aula.

Em relação à utilização/prática da MM em sala de aula seguindo ou não etapas, os resultados demonstraram que a maioria dos docentes não utiliza/pratica a MM em suas aulas e que praticamente a metade dos entrevistados seguem etapas durante o desenvolvimento do processo de modelagem e a outra metade dos docentes não segue etapas. O que não se pode exigir é uma linearidade e uma ordem (sequência) no cumprimento das etapas como se um passo necessariamente dependesse do outro e nem exigir a obrigatoriedade do cumprimento dessas etapas, como se fosse algo rígido.

Estudos demonstram que há vários estilos cognitivos (STERNBERG e GRIGORIENKO, 1997; KOLB, 1984) que esclarecem como os sujeitos processam, organizam e utilizam as informações. Os indivíduos têm formas próprias, pessoais de conceber, predizer, compreender o que se passa a sua volta, elaborando os seus construtos pessoais e formando cognitivamente níveis hierárquicos próprios (KELLY, 1963), além de se apropriar e manejar o conhecimento da maneira que lhes convêm ao longo de sua vida. Posteriormente, se as concepções prévias sobre determinado conceito estiverem equivocadas pode ocorrer mudança de perfil conceitual (MORTIMER, 1995, 2000).

Além do mais, há outros componentes estudados atualmente que influenciam no processo ensino-aprendizagem como aprendizagem intuitiva, afetividade

e criatividade – estas valorizadas no mundo corporativo –, a resiliência<sup>73</sup>, as inteligências múltiplas, a neuroaprendizagem. Ainda há muito o que se descobrir sobre o processo ensino-aprendizagem. O importante é ensinar os alunos a pensarem de modo flexível para se adaptarem às exigências do mundo globalizado.

No caso desta tese, o processo de MM se desenvolveu de um modo não convencional, sem seguir etapas rígidas, sem originar inicialmente discussões matemáticas, enfim, houve outra forma de se processar o ciclo da MM e sobre os ciclos, os abordaremos mais adiante. Então, a forma de se conceber o processo ensino-aprendizagem é dinâmico e variável, cabendo ao professor estar atento à forma com que a aprendizagem está ocorrendo e direcioná-la para um fim assertivo. Como disse certa vez Steve Jobs, “às vezes, quando você inova, comete erros; é melhor admiti-los rapidamente e continuar a melhorar suas outras inovações.” E assim, deve ser o processo ensino – aprendizagem, um campo contínuo de pesquisas, pois haverá sempre algo novo a ser descoberto, revelando por vezes a complexidade do pensamento humano na construção do conhecimento.

Sobre os objetivos da utilização/prática da Modelagem Matemática em sala de aula, a maioria dos docentes assinalou que a prática da Modelagem Matemática tem como objetivo ensinar determinado conteúdo matemático e outros conteúdos. A resposta mostra a versatilidade da MM. Suas abordagens permitem que ela transponha a mera aprendizagem ou ressignificação de conteúdos matemáticos. A atividade analisada nesta tese e diversos trabalhos publicados sobre a MM demonstram esse perfil multifacetado da MM, e para tanto, a abordagem transdisciplinar torna-se pertinente. Esse fator é importante para que o aluno possa compreender a unidade do conhecimento e as relações entre as áreas do conhecimento, que em geral são apresentadas de forma fragmentada.

Questionados sobre a forma com que a MM pode ser caracterizada, a maioria dos docentes apontou a MM como estratégia de ensino, visão contrária aos autores da área que a caracterizam como ambiente de aprendizagem (BASSANEZI,

---

<sup>73</sup> Para Tavares (2001, p.29) resiliência é: A resiliência é a capacidade de responder de forma mais consistente aos desafios e dificuldades, de reagir com flexibilidade e capacidade de recuperação diante desses desafios e circunstâncias desfavoráveis, tendo uma atitude otimista, positiva e perseverante e mantendo um equilíbrio dinâmico durante e após os embates – uma característica de personalidade que, ativada e desenvolvida, possibilita ao sujeito superar-se e às pressões de seu mundo, desenvolver um autoconceito realista, autoconfiança e um senso de autoproteção que não desconsidera a abertura ao novo, à mudança, ao outro e à realidade subjacente.

1994; BLUM, 1995; BORBA, MENEGHETTI e HERMINI, 1997, *apud* LOZADA, 2009). Nesta tese, adotamos a concepção de Barbosa (2003) de ambiente de aprendizagem pela multiplicidade de conhecimentos que podem ser gerados com a MM. Conveniente citar que Chagas (2004) coloca a MM como uma prática de ensino de Matemática para a educação inclusiva.

Dentre os motivos apontados pelos docentes para a não utilização de MM em sala de aula, estão: a falta de conhecimento sobre o processo de modelagem, dificuldades dos docentes em relação a alguns conteúdos matemáticos, dificuldades dos alunos em relação a alguns conteúdos matemáticos, falta de interesse dos alunos pelos conteúdos desenvolvidos na aula e o cumprimento do conteúdo programático.

No entanto, é preciso esclarecer que a MM não precisa necessariamente utilizar conteúdos matemáticos avançados. No Ensino Superior há uma tendência de se usar equações diferenciais na MM, mas para alunos ingressantes em um curso de graduação, que ainda não conhecem este conteúdo, se o professor tentar introduzi-lo por meio da modelagem, pode causar uma aversão nos alunos no que diz respeito à MM. E esse não é o propósito da MM. Conhecer o perfil dos alunos é fundamental para que o professor planeje suas atividades de Modelagem traçando objetivos bem claros a respeito do que se pretende atingir com tais atividades.

Por fim, a última questão questionava os docentes sobre o papel da Matemática na sociedade, tópico abordado nesta tese, sob o enfoque da Educação Matemática Crítica. A maioria dos docentes apontou que os problemas tratados por meio da MM devem conduzir os alunos à consciência crítica do papel que a Matemática desempenha na sociedade.

Toda área de conhecimento exerce um papel na sociedade, uns mais explícitos e impactantes, outros implícitos, tímidos e muitas vezes com reflexos inesperados, e não é diferente com a Matemática cuja influência é decisiva em áreas como a Economia, por exemplo, sobretudo, na Sociedade de Informação, como comentado nesta tese. Atualmente se fala em Educação Financeira, porque o uso indiscriminado do dinheiro e o consumo exagerado com supérfluos em nosso país tem elevado o número de famílias e até de jovens endividados. O consumo exagerado leva muitas vezes à produção de produtos de má qualidade, gerando consequências jurídicas no que diz respeito ao Direito do Consumidor, pois há dispositivo legal que prevê a

substituição do produto defeituoso por outro, e se não houver ações que incentivem a reciclagem do produto defeituoso há possibilidade de descarte na Natureza, gerando impactos para o Ecossistema e jurídicos, na esfera do Direito Ambiental.

Em termos educativos, isso demonstra que o jovem não tem conseguido fazer um uso racional, consciente e crítico da Matemática dentro da sociedade, faltando-lhe utilizar de modo mais frequente sua capacidade de reflexão, de análise, de ponderação ao tomar decisões e efetivamente aprender a exercer a cidadania. Compete às instituições de ensino de todos os níveis, fomentar a Educação Matemática Crítica e Cidadã, já comentada nesta tese:

(...) No entanto, cada vez mais se torna evidente que o seu papel educativo essencial não é o de formar novos matemáticos, mas sim o de contribuir de forma positiva para a formação educacional global da generalidade dos cidadãos. O objetivo de ministrar conhecimentos e técnicas mais ou menos avulsas, apelando à memorização e à prática repetitiva passa assim, naturalmente, para segundo plano. A Matemática é agora chamada a dar um contributo essencial para aprender a interrogar, conjecturar, descobrir e argumentar raciocinando sobre objetos abstratos e relacionando-os com a realidade física e social. (SOARES, 2009, p.39).

Dessa maneira, conforme vimos, independente da concepção dos autores, é evidente que a MM mostra-se como potencializadora do desenvolvimento de competências, habilidades, valores, atitudes, mas sua efetiva implantação em sala de aula, seja como atividade, seja como disciplina em cursos de Licenciatura, ainda esbarra em muitos fatores.

Pires e Magina (2011) citam os obstáculos apontados por Bassanezi (2006) sobre a utilização da MM:

a) obstáculos instrucionais: há atividades de modelagem que dispendem um tempo maior para realização o que pode provocar atrasos no cumprimento do conteúdo programático;

b) obstáculos aos estudantes: as atividades de modelagem constituem uma exceção na rotina das aulas de Matemática, que em geral, priorizam o paradigma do exercício em detrimento de atividades de investigação que mobilizam competências e desenvolvem habilidades, sendo assim, os alunos estão habituados a uma dinâmica de aula e essas atividades de modelagem podem gerar certos comportamentos, tais como apatia por parte dos alunos;



c) obstáculos para os professores: muitos docentes alegam que não praticam a MM em sala de aula por não se sentirem preparados em decorrência da falta de conhecimento do processo de Modelagem ou por receio de se depararem com situações diversas daquelas que estão acostumados a enfrentar em relação à aplicação da Matemática.

Perrenet e Zwaneveld (2012, p. 3) comentam que a MM é uma tarefa difícil tanto para alunos do Ensino Médio quanto para os alunos do Ensino Superior e enumeram os problemas enfrentados pelos professores e pelos alunos durante o desenvolvimento da MM:

1) a falta de unanimidade sobre a essência e a visão do processo de modelagem, 2) a complexidade quase inerente do processo de modelagem e, conseqüentemente, a complexidade do ensino, 3) o fato de que matemática modelagem é em primeiro lugar sempre sobre algo, uma situação e um problema decorrente dessa situação matemática, e que é "apenas" uma parte de todo o processo. (tradução nossa)

Mesmo considerando as dificuldades apontadas para a inserção da MM no currículo e sua prática em sala de aula, é necessário enfrentar os desafios e iniciar a introdução da MM como um elemento diferenciador no cotidiano escolar, seja por meio de uma das perspectivas adotadas pelo professor, que veremos adiante. Num primeiro momento, em caráter experimental o professor poderá planejar as atividades de MM de acordo com o perfil dos alunos das séries nas quais leciona, propondo os problemas de acordo com os conteúdos já ministrados, de acordo com o cotidiano e com um grau de dificuldade menor, de modo que tanto ele como os alunos se habituem com a prática da MM.

Com o passar do tempo, os alunos percebem que as atividades de MM são desafiadoras e o professor então os conduz para domínios mais avançados nos quais as oportunidades de flexibilidade cognitiva são maiores. Então, cabe ao professor tentar implantar a MM em sala de aula, enfrentando os desafios como se enfrenta qualquer outro desafio no processo ensino- aprendizagem em qualquer nível de ensino.

Caldeira (2004b, p. 4) salienta que “o nível do curso não se medirá pela quantidade de matéria dada, mas pela qualidade com que se abordará cada tópico, sempre abordando os conteúdos de cada série. Logo, ganha-se a dimensão do qualitativo no aprendizado.”

Ademais, Barbosa e Santos (2007) esclarecem que a prática de Modelagem dos alunos difere dos modeladores profissionais, e correspondem a um conjunto de ações desenvolvidas pelos alunos no ambiente de modelagem relativa às situações do cotidiano ou de outras áreas do conhecimento, como na pesquisa qualitativa desta tese, que integrou situação do cotidiano de outra área do conhecimento.

Essas preocupações e anseios dos professores quanto à prática da MM em sala de aula nos fizeram lembrar um breve conto narrado por um imortal da Academia Brasileira de Letras<sup>74</sup>, intitulado “O bambu chinês” e publicado em 2009:

*“Depois de plantada a semente do bambu chinês, não se vê nada por aproximadamente 5 anos – exceto um diminuto broto. Todo o crescimento é subterrâneo; uma complexa estrutura de raiz, que se estende vertical e horizontalmente pela terra, está sendo construída. Então, ao final do 5º ano, o bambu chinês cresce até atingir a altura de 25 metros. Muitas coisas na vida pessoal e profissional são iguais ao bambu chinês. Você trabalha, investe tempo, esforço, faz tudo o que pode para nutrir seu crescimento e, às vezes, não vê nada por semanas, meses ou anos. Mas, se tiver paciência para continuar trabalhando, persistindo e nutrindo, o seu 5º ano chegará; com ele virão mudanças que você jamais esperava. Lembre-se que é preciso muita ousadia para chegar às alturas e, ao mesmo tempo, muita profundidade para agarrar-se ao chão.”*

E assim também deverá ser com a prática da MM em sala de aula: paciência e persistência até que os alunos se acostumem com as atividades propostas e os resultados tornem-se gradativamente satisfatórios.

## **2.8 As Perspectivas da Modelagem Matemáticas: novas abordagens**

Kaiser e Sriramam (2006) apresentaram as perspectivas de Modelagem existentes na literatura, que se referem aos objetivos e às aplicações da MM: Realística ou Aplicada, Epistemológica ou Teórica, Educacional, Sociocrítica, Contextual e Cognitiva.

Barbosa e Santos (2007) enfatizam que a adoção de alguma perspectiva implica no planejamento e organização do ensino para que o ambiente de MM sob aquela perspectiva se instaure. A perspectiva figura como um desenho do ambiente de

---

<sup>74</sup> Autoria de Paulo Coelho. Disponível em: <http://g1.globo.com/platb/paulocoelho/2009/06/02/o-bambu-chines/>. Acesso em: 28 jun. 2012.

modelagem, define o perfil do ambiente e as finalidades das atividades propostas. Podem ser utilizadas cumulativamente ou consecutivamente, adotando-se, por exemplo, quatro perspectivas como o fizemos nesta tese – no caso, realista, modelo provocando atividades, sociocrítica e cognitiva -, desde que o propósito a ser alcançado esteja bem claro. A respeito das perspectivas de MM, Almeida e Vertuan (2010, p. 31) ressaltam que:

Conhecer as diferentes perspectivas e refletir sobre os aspectos relevantes em cada uma delas é potencializar a prática de Modelagem em sala de aula, uma vez que os professores podem trabalhar com estas atividades de modo contemplar diferentes perspectivas e, conseqüentemente, os diferentes aspectos inerentes às atividades de Modelagem.

Entretanto, em agosto de 2007, o *The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications Newsletter* (ICTMA), publicou uma edição na qual os pesquisadores da comunidade de MM revisaram as perspectivas de MM, dando ênfase às teorias as quais as perspectivas estavam atreladas e que levavam em conta os aspectos educacional, filosófico e cultural nos quais os objetivos e intenções das aplicações e desenvolvimento da MM se debruçavam (KAISER *et al*, 2007). A Etnomatemática e o Método MEA (modelo provocando atividades) foram considerados nesse novo quadro de perspectivas proposto. Abaixo apresentamos o quadro das perspectivas de MM:

**Quadro 2 – Classificação revista das perspectivas atuais em MM**

Perspectiva	Ideia central	Autores
<b>Realística</b> <b>Background:</b> pragmatismo anglo-saxão e matemática aplicada	Objetivos pragmático-utilitaristas, isto é, resolver problemas do mundo real, compreensão do mundo real, promoção de competências de modelagem.	Burkhardt; Schwarz, Kaiser; Romo Vasquez; Pollak
<b>Contextual</b> <b>Background:</b> discussão para resolução de problemas e experimentos psicológicos em laboratórios	Leva em consideração assuntos que são afins e objetivos psicológicos; aborda a resolução de problemas e o papel dos problemas de palavras. O processo de modelagem aqui não é foco, como explica Blomhøj. A situação-problema proposta para a modelagem deve aparecer significativa para os alunos, e se conectar às suas experiências prévias, como lembra Blomhøj. Utiliza também o <i>Modelling Eliciting Activities</i> .	Lesh e Doerr; Lesh e Caylor
<b>Modelo provocando atividades</b> <b>Background:</b> discussão para resolução de problemas e na concepção de MEAS ( <i>Model-eliciting activities</i> )	Objetivos psicológicos, ou seja, incentivam os alunos a criar modelos quando se defrontam com uma situação-problema.	Mousoulides, Sriraman, Pittalis, Christou
<b>Educacional</b> <b>Background:</b> teorias didáticas e teorias de aprendizagem	Objetivos pedagógicos: a) Estruturação dos processos de aprendizagem e sua promoção; b) Introdução do conceito e desenvolvimento; c) Promoção da motivação e melhoria das atitudes para a matemática; d) Promoção da compreensão crítica dos processos de modelagem e	Andresen; Berman, Verner, Aroshas; Blomhøj, Hoff

	dos modelos desenvolvidos.	Kjeldsen; Canavarro; Maaß
<b>Sócio- crítica; sócio cultural</b> <b>Background:</b> abordagem sócio – crítica em política, sociologia; etnomatemática	Sócio crítica: Promoção da compreensão crítica do processo de modelagem e dos modelos Sócio-cultural: Exemplos de modelagem ligados ao aspecto cultural	Barbosa D'Ambrosio, Caldeira; Araújo (2009); Jacobini, Ferreira; Santos e Bisognin; Skovsmose
<b>Epistemológica</b> <b>Background:</b> Teoria Antropológica do Didático	Promoção de conexões entre atividades de modelagem e atividades de matemática; reconceituação de matemática e reorganização de matemática da escola a partir de ponto de vista da modelagem.	Barquero, Bosch, Gascón; Ruiz, Bosch, Gascón; Freudenthal; Traffers; Chevallard
<b>Cognitiva</b> <b>Background:</b> Psicologia cognitiva	a) Análise e compreensão de processos cognitivos durante os processos de modelagem; b) Promoção do pensamento matemático processos por meio de modelos como imagens mentais ou fotos até mesmo figuras físicas ou enfatizando modelagem como processo mental tal como abstração ou generalização	Borromeo Ferri; Jurdak, BouJaoude; Roorda, Vos, Goedhart; Vos, Roorda; Skemp
<b>Pragmática, abordagens de ensino orientadas</b> <b>Background:</b> Pesquisa pedagógica geral	A avaliação da eficácia do ensino propostas ou a possibilidade de realizar exemplos especiais na escola, análise do ensino estratégias, medidas de intervenção por professores.	Vorhoelter; Wake, Pampaka
<b>Afetiva</b> <b>Background:</b> relacionada às abordagens psicológicas	Promoção de atitudes positivas em relação à matemática e ensino de matemática; Promoção da adequada auto-percepção assim como a auto-eficácia; Influência dos aspectos especiais, tais como autenticidade do contexto do mundo real.	Vorhoelter; Wake, Pampaka
<b>Teórica</b>	Desenvolvimento de meta-análise de modelos e abordagens de modelagem	Peled

Fonte: Adaptado de Kaiser *et al* (2007, p. 4-6) e Blomhøj (2011, p.11) pela autora da tese.

No entanto, um artigo publicado por Stillman em julho de 2012 durante o 12º ICME (International Congress on Mathematical Education), sinaliza para o aparecimento de uma nova perspectiva de MM, calcada em atividades e competências metacognitivas que contribuem para desenvolver melhor as habilidades utilizadas na transição entre os estágios de modelagem e na superação dos obstáculos que surgem durante o processo de MM. Portanto, o quadro apresentado não é definitivo e esboça apenas o que se condensou até o presente momento pela comunidade de pesquisadores em Modelagem sobre os tipos de perspectivas.

## 2.9 Modelagem Matemática: delineamentos e estrutura dos ciclos

Barbosa (2003) apresenta uma classificação a qual denominou de “casos” segundo a extensão e as tarefas cabíveis ao professor e ao aluno durante a prática da MM em sala de aula. Optamos por denominá-los de delineamentos para não confundirlos com os casos que são abordados segundo a TFC. Barbosa (op.cit) apresenta os seguintes delineamentos os quais resumimos em um novo quadro:

**Quadro 3 – Delineamentos da MM no contexto da TFC**

MM	Professor (BARBOSA, 2003)	Aluno (BARBOSA, 2003)	Resolução do Problema (BARBOSA, 2003)	Contrato didático (CHAVES, 2005)	Nível de Flexibilidade Cognitiva esperado dos alunos (LOZADA, 2012, tese) Baseado nos estudos de Spiro, Ennis e Sternberg
<b>Delineamento 1</b>	O professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos (p.10)	Cabe aos alunos a investigação. (p.10)	Conjunta: professor / aluno	No conteúdo	FC Bastante restrita. Os alunos vão em busca de uma resposta “certa” e perseguem um único ponto de vista. Tentam utilizar procedimentos e heurísticas já aprendidos e associá-los a conteúdos desenvolvidos em sala de aula durante o semestre ou naquele dia em que a atividade foi proposta.
<b>Delineamento 2</b>	Ao professor cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial.(p.10)	Os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar dados; os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas. (p.10)	Conjunta: professor / aluno	Na relação aluno-conhecimento com um leve acompanhamento do professor	FC moderada, em virtude de se permitir a utilização de fontes de pesquisa variadas para tentar solucionar o problema. O grau de liberdade dos alunos em relação à busca pela resolução aumenta. Passam a ativar a criatividade na busca das soluções, mas ainda a questão da busca da resposta correta é um componente que influencia bastante nas atitudes dos alunos durante o ciclo de MM.
<b>Delineamento 3</b>	Trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas ‘não matemáticos’ (...) o professor pode propor um tema	Os alunos em equipe podem formular problemas, levantam informações e resolvê-los.	Conjunta: professor/ aluno	Na relação aluno-conhecimento	A FC apresenta-se num nível maior, sobretudo, se os problemas propostos partem dos alunos, se se referem à realidade imediata (algum fato

	<p>para a turma, ou pedir que ela própria escolha ou ainda pode convidar que os alunos, por grupos, para decidirem que assunto querem investigar. (p.11) A proposição do problema pode ser pelo professor ou pelos alunos.</p>			<p>recente) ou à problemas não matemáticos, nos quais tenham que mobilizar conhecimentos extramatemáticos. As situações mostram-se mais desafiadoras. O nível de criatividade na busca das soluções também é maior e os alunos mostram maior envolvimento com a atividade de MM. Os alunos utilizam de forma mais eloquente o pensamento crítico (ENNIS, 1996) e o pensamento analítico e prático (STERNBERG, 1988) e conseguem olhar o problema sob várias perspectivas.</p>
--	--	--	--	---

Fonte: Elaborado pela autora da tese, sendo adaptado de Barbosa (2003, p. 71) e Chaves (2005, p.6)

Como vimos nesta tese, dependendo do aspecto focado pelo autor a sua concepção de MM se configura de uma determinada maneira e o ciclo da MM é descrito com suas etapas típicas relacionadas à concepção do autor. D`Ambrósio<sup>75</sup> (2012) também afirma que a Modelagem segue etapas que apresentam um dinamismo configurado pela atuação dos sujeitos diante do problema:

Minha concepção de modelagem de mais de trinta anos ainda continua válida. A apresentação pode diferir, a linguagem ser outra, mas é a mesma ideia básica. Assim a modelagem segue etapas. Com pequenas mudanças, sobretudo de linguagem, é a mesma coisa: observa→identifica uma questão→trabalha nela→verifica→aguça a observação→volta a trabalhar nela→verifica o que resultou→... e assim por diante até chegar a uma solução satisfatória. **Nunca é uma resposta final, pois durante esse procedimento, muito vai mudando, a observação vai ficando mais aguçada e os instrumentos usados para trabalhar a questão vão se aprimorando.** (grifo nosso)

E faz um adendo em relação à MM:

Repare que não usei a palavra modelagem matemática. **Modelagem no sentido amplo é a estratégia que todo mundo usa para lidar com qualquer situação ou problema.** Modelagem é isso, uma **estratégia**. **Falamos em Modelagem Matemática quando os instrumentos usados para trabalhar a questão são de natureza matemática.** (grifo nosso)

<sup>75</sup> Comunicação pessoal registrada via email datado de 09 de agosto de 2012 para a autora da tese.

Esse adendo é importante porque o termo “modelagem” costuma ser associado somente ao universo da Matemática.

Bassanezi (2002, p. 38) por sua vez também considera as etapas importantes e pontua que constituem o caminho da MM:

A modelagem no Ensino é apenas uma **estratégia** de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural. (grifo nosso)

As etapas de fato descrevem o caminho para se chegar ao modelo matemático. Mas, não devem ser rígidas e nem servir como “uma receita” para a prática da MM.

Então, o que a vem a ser um modelo matemático? Novamente, há uma pluralidade de definições, assim como as concepções de MM e aqui apresentamos algumas que possibilitam dar uma visão geral do que venha a ser um modelo matemático.

Para Bassanezi (1994, p. 31) um “modelo matemático é quase sempre um sistema de equações ou inequações algébricas, diferenciais, integrais, etc., obtido através de relações estabelecidas entre as variáveis consideradas essenciais ao fenômeno sob análise.” Posteriormente, Bassanezi (2002, p.20) apresentou uma definição concisa de modelo matemático definindo-o como “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. E ressalta o aspecto de mutabilidade do modelo matemático ao ponderar que “um modelo matemático é considerado adequado quando for satisfatório na opinião do seu modelador, o que torna qualquer modelo matemático vulnerável e sempre passível de ser modificado (...)” (BASSANEZI, 2002, p.325)

Contudo, Barbosa e Santos (2007, p.3) entendem que o modelo matemático seja “qualquer representação matemática de um fenômeno eleito para estudo.”

Por sua vez, Biembegut e Hein (2005, p. 20) afirmam que “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduz, de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real, é denominado de Modelo Matemático.”

Carrejo e Marshall (2007, p. 45) aduzem que o modelo matemático:

(...) representa uma situação do mundo real com uma construção matemática (ou construções) envolvendo conceitos matemáticos e ferramentas (Pollak, 2003). Um modelo matemático é residente em certos domínios da matemática (tais como álgebra, geometria, e estatística) por causa de seus algoritmos e fórmulas (...) (tradução nossa)

Entretanto, Sokol e Rivera (2006, p. 1) assim definem modelo matemático:

(...) como uma estrutura abstrata que representa a forma dos objetos da realidade e as relações concretas entre eles, mediante a seleção daqueles elementos que correspondem às características essenciais do objeto ou fenômeno estudado, simbolizado matematicamente – de forma direta ou indireta - e expressos, principalmente em termos acessíveis à medição, que pode representar comportamentos concretos, pontuais ou em forma de tendências .

As autoras citadas anteriormente asseveram que os modelos matemáticos representam uma imagem simplificada da realidade ou de uma parte do sistema que se deseja estudar, além de serem capazes de prover instruções que ofereçam dados sobre o comportamento do sistema do sistema modelado.

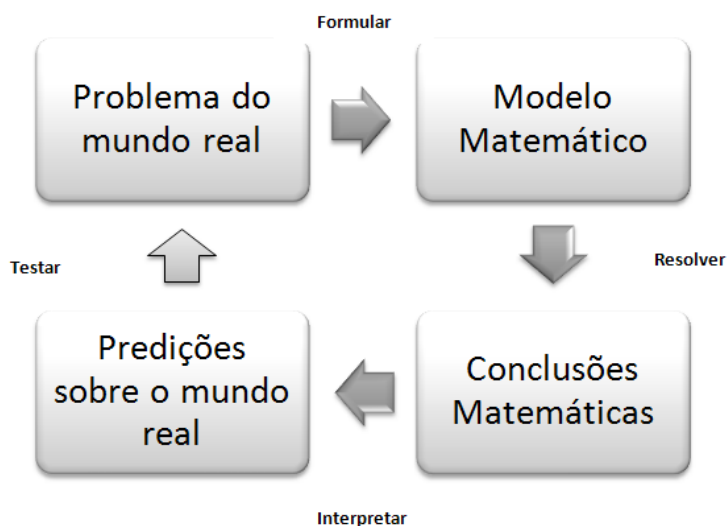
Por sua vez, no livro “Cálculo- volume 1”, de autoria de James Stewart e que figura na bibliografia de muitos cursos de Engenharia – como o Curso de Engenharia Ambiental analisado nesta tese – há outra definição de modelo matemático, que consideramos pertinente citá-la:

Um modelo matemático é uma descrição matemática (frequentemente por meio de uma função ou de uma equação) de um fenômeno do mundo real, como o tamanho de uma população, a demanda de um produto, a velocidade de um objeto caindo, a concentração de um produto em uma reação química, a expectativa de vida de uma pessoa ao nascer ou o custo da redução de poluentes. O propósito do modelo é entender o fenômeno e talvez fazer predições sobre um comportamento futuro. (...) Um modelo matemático nunca é uma representação completamente precisa de uma situação física – é uma idealização. Um bom modelo simplifica a realidade o bastante para permitir cálculos matemáticos, mantendo, porém, uma precisão suficiente para conclusões apreciáveis. É importante entender as limitações do modelo. A palavra final está com a Mãe Natureza. (STEWART, 2006, p. 25)

O autor ao descrever o ciclo de modelagem matemática, o faz em estágios, mas a forma com que relata dá a impressão de que é uma receita, que basta seguir os passos. Outro aspecto observado no relato do autor foi o fato de que se caso não “exista uma lei física para nos guiar”, será necessário coletar dados, examiná-los, representá-los



graficamente e “esse gráfico pode até sugerir uma fórmula algébrica apropriada em alguns casos.” As expressões entre aspas evidenciam alguns equívocos: 1) a coleta de dados é realizada independente da existência da lei física, proporcionando captar elementos para contrastar com hipóteses levantadas, por exemplo; 2) a utilização da expressão “fórmula” pode levar o aluno a crer que ela de fato “resolva” todos os problemas, represente “uma verdade”.

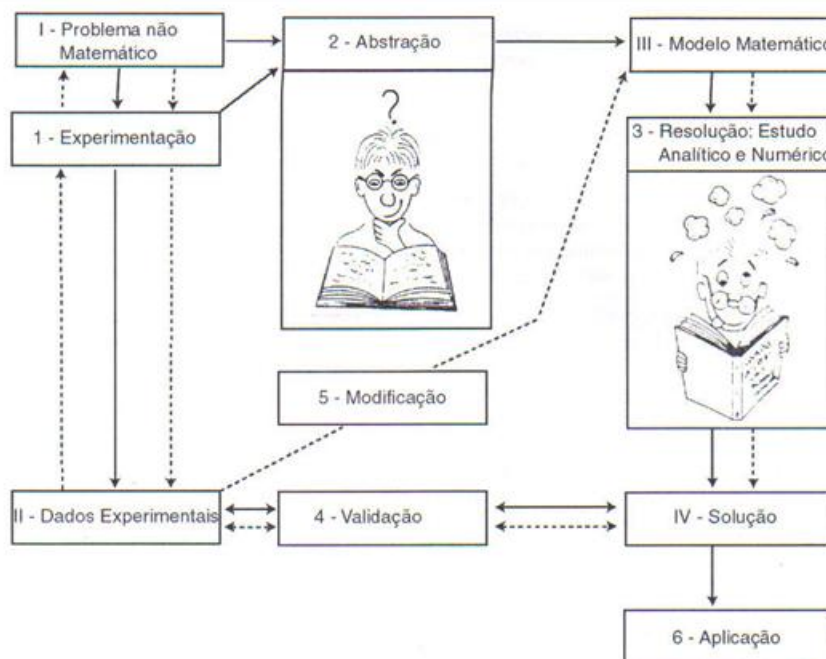


**Fig.25 – Ciclo de Modelagem definido por Stewart (2006)**

Contudo, é pertinente lembrar que há vários tipos de modelos matemáticos relacionados na literatura: causais, não causais, dinâmicos, estáticos, estocásticos, determinísticos, probabilístico, lineares, não lineares, discretos contínuos, parâmetro concentrado, parâmetro distribuído, modelo *fuzzy*, entre outros. No entanto, Lachtermacher (2009, p. 5) esclarece que:

**Os modelos mais utilizados são os modelos simbólicos ou matemáticos, em que as grandezas são representadas por variáveis de decisões, e as relações entre essas variáveis, por expressões matemáticas.** (...) Os modelos simbólicos podem ser classificados de acordo com o nível de incerteza existente entre as relações das variáveis, como determinísticos ou probabilísticos. Modelos em que todas as informações relevantes são assumidas como conhecidas (sem incertezas) são determinados determinísticos. Modelos que uma ou mais variáveis de decisão não são conhecidas com certeza são chamados probabilísticos, e essa certeza deve ser incorporada a eles. (grifo nosso)

Retornando às etapas do ciclo de MM, apresentamos o esquema proposto por 3 autores brasileiros a começar por Bassanezi (2002, p. 27):



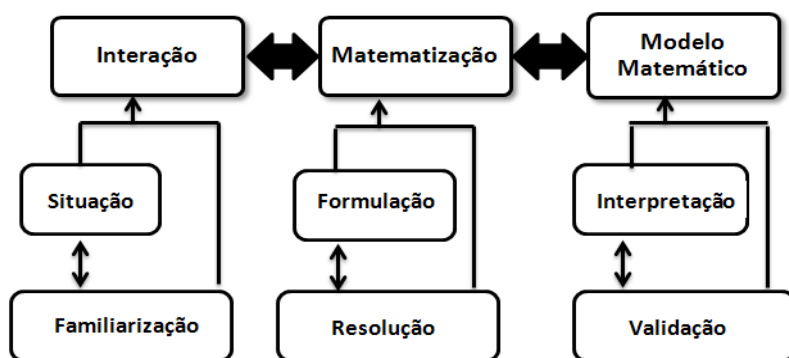
**Fig.26 – Ciclo de Modelagem proposto por Bassanezi**

Na etapa de experimentação, se levantam os dados referentes ao problema. Em seguida, passa-se para a abstração, etapa na qual ocorre a seleção de variáveis, problematização, formulação de hipóteses e simplificação. Após a abstração, chega-se à resolução na qual a linguagem matemática, sobretudo, a algébrica, exerce papel importante na elaboração do modelo, que então passará para a etapa da validação, onde o modelo é testado podendo ser aceito ou refutado. Por fim, temos a etapa da modificação, que ocorre quando o modelo não consegue fazer as previsões que se esperava, quando variáveis importantes foram descartadas, enfim, apresenta alguma deficiência que reduz a eficácia em sua aplicação. Por isso, Batanero (2001, p. 2) afirma que:

Uma vez que construímos um modelo matemático para a situação e obtidas as conclusões, a partir do modelo, falta a parte mais importante: compará-las

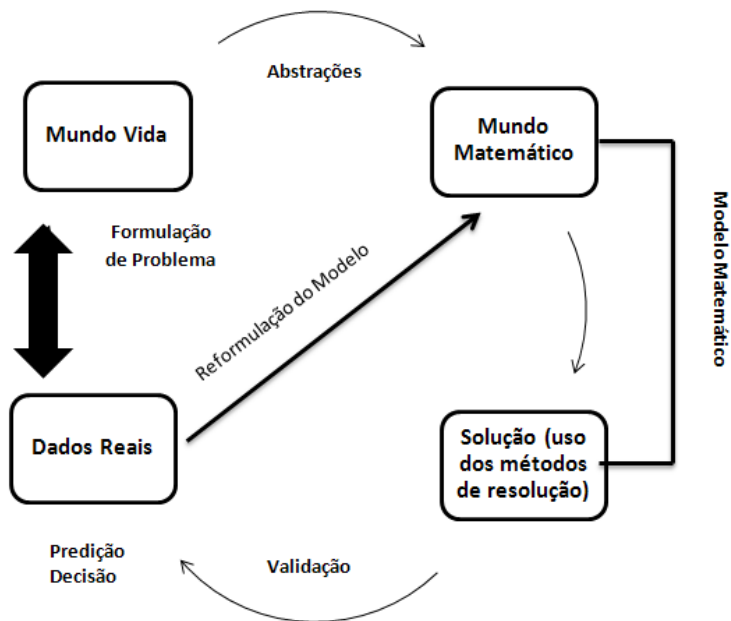
com o comportamento real da situação analisada e decidir se o modelo matemático nos proporciona uma boa descrição da realidade.

Biembengut e Hein (2005, p. 15) apresentam o ciclo de MM descrito em 3 etapas. A primeira consiste na interação com o assunto e envolve a reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado. A segunda etapa trata da matematização e envolve a formulação do problema e a resolução do problema em termos do modelo. A terceira etapa consiste no modelo matemático e envolve a interpretação da solução e a verificação ou validação. Segue abaixo o modelo de Ciclo de MM proposto por Biembengut e Hein (2005, p. 15):



**Fig.27 – Ciclo de Modelagem proposto por Biembengut e Hein**

Burak (1987, p. 38) apresenta um Ciclo de Modelagem constituído de 5 etapas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema e análise crítica das soluções, como vemos a seguir. O autor destaca dois aspectos no ciclo de MM: a abstração e a validação.



**Fig.28 – Ciclo de Modelagem proposto por Burak**

A abstração comporta a tradução do fenômeno da vida real para a linguagem matemática e a validação consiste em verificar se o modelo matemático satisfaz às condições elencadas e se o mesmo se aproxima da realidade.

Kluber e Burak (2007, p. 4) destacam que a etapa da análise crítica das soluções é relevante, pois corrobora para fomentar a Educação Matemática Crítica:

(...) etapa marcada pela criticidade, não apenas em relação à matemática, mas em outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que muitas vezes são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É uma etapa que favorece a reflexão acerca dos resultados obtidos no processo e como estes podem ensejar a melhoria das decisões e ações. Contribui para a formação de cidadãos participativos, mais autônomos que auxiliem na transformação da comunidade em que participam, pois terão a matemática como mais uma ‘aliada’ no processo de avaliação das condições sociais, econômicas, políticas e outras.

Os ciclos de MM estabelecem os espaços de interações que ocorrem entre os alunos e entre os alunos e o professor. Esses espaços de interação também constituem espaços de interação social, onde uns aprendem com os outros, trocam experiências, articulam conhecimentos, expressam seu pensamento e suas ideias, expõem conhecimentos prévios, influências culturais, crenças e vivências, o que permite maior abertura para o diálogo e a argumentação e a construção coletiva do conhecimento, além

de proporcionar momentos de socialização. Davis, Silva e Esposito (1989) ressaltam que “a interação com o outro (...) adquire, assim, um caráter estruturante na construção do conhecimento na medida em que fornece além da dimensão afetiva, desafio e apoio para a atividade cognitiva.”

Durante os ciclos de MM, as interações permitem discussões denominadas por Barbosa (2006) de rotas de Modelagem<sup>76</sup>, que “são constituídas por aquelas discussões que têm um papel na construção do modelo matemático” (BARBOSA e SANTOS, 2007, p. 5). Com base nas ideias de Skovsmose (1990), Barbosa (2006) *apud* Barbosa e Santos (2007, p. 5-6) sugere que as rotas de MM são constituídas por três tipos de discussões:

- discussões matemáticas: referem-se estritamente aos conceitos e algoritmos matemáticos;
- discussões técnicas: referem-se aos processos de simplificação e matematização da situação-problema;
- discussões reflexivas: referem-se à reflexão sobre os critérios utilizados na construção do modelo matemático e seu papel na sociedade.

Os autores apontam ainda a existência das discussões paralelas que são aquelas em “(...) que os alunos podem discutir aspectos gerais do contexto do problema, mas não utilizá-los (e nem ter esta intenção) na sua abordagem. (...) os alunos podem fazer conexões com conteúdos matemáticos estudados anteriormente e também não utilizá-los.” (BARBOSA e SANTOS, 2007, p.5)

Por sua vez, Perrenet e Zwaneveld (2012) realizaram um estudo sobre as representações dos ciclos de MM existentes na literatura e elaborados por professores e por alunos de um Curso de Licenciatura em Matemática. Os autores consideram a presença de alguns elementos essenciais no ciclo de MM para fazer a análise, como aspectos de conteúdo, análise de problemas, mundos / modelos / conhecimento não-matemático, verificação, validação, comunicação e reflexão no final do processo de modelagem, além de iteração e complexidade. Identificaram que a validação é a etapa que mais aparece nos ciclos apresentados e a reflexão é a que menos aparece. Contudo,

---

<sup>76</sup> Barbosa (2008, p. 50) explica que “a noção de rotas de modelagem não comporta qualquer discurso produzido, mas aqueles que possuem um claro papel no propósito de construir uma representação matemática para a situação-problema em estudo”. Barbosa (2006) *apud* Barbosa e Santos (2007, p. 5) explica que as rotas de modelagem correspondem ao “(...) percurso discursivo, ou seja, uma progressão dos discursos produzidos pelos alunos e/ou professor no ambiente social. A ação de produzir um discurso será chamada de discussão.

a iteração é a mais apresentada pelos professores. Também concluíram que a maioria das representações dos ciclos de MM se inicia com a noção de problema.

Eles também averiguaram que a realidade é mencionada com outro mundo, mas às vezes também o mundo não-matemático exterior ou o mundo interior é denotado. Há também uma variedade de termos utilizados para especificar as etapas. Os autores perceberam pelos ciclos que os alunos desenvolveram, que eles criaram a sua própria sistematização das etapas, mas ressaltaram que estudos revelam que os alunos percorrem o ciclo de forma assistemática, o que nos faz insistir na questão de que as etapas não devam ser rígidas. Isso é importante, porque cada sujeito tem um ponto de vista sobre o problema e sobre o que considera mais importante para início da resolução do problema.

A seguir apresentamos alguns esquemas de ciclo de MM presentes na literatura. O primeiro ciclo de MM apresentado foi desenvolvido por Rodriguez (2011) e citado no trabalho de Rivera, Rendón e Gallegos (2011, p. 4). Ele é destinado para ambiente webquest e enfoca o cálculo do volume de um prisma. Este ciclo demonstra que as etapas de resolução do problema são desdobradas em atividades e que ao final há um confronto entre o modelo matemático e modelo real, pois os alunos devem construir o prisma.

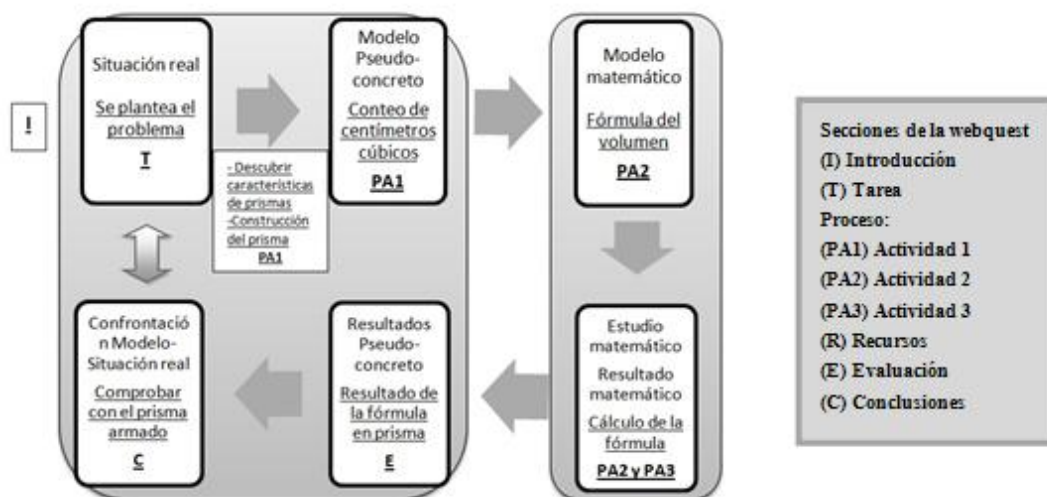
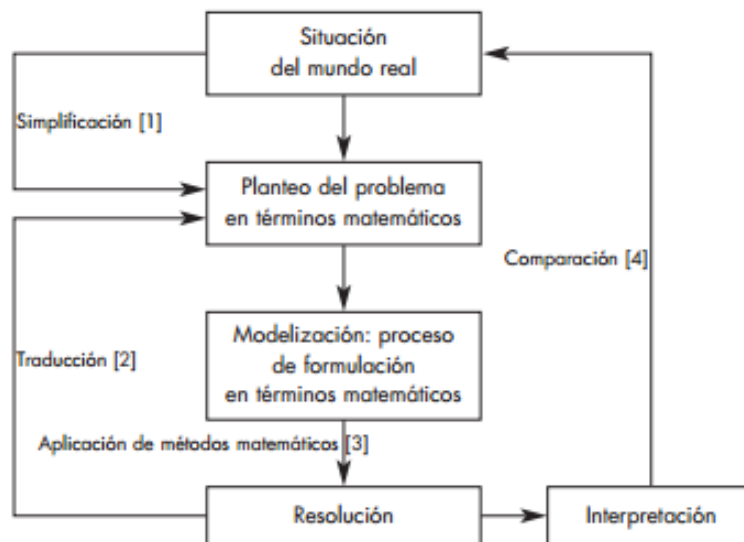


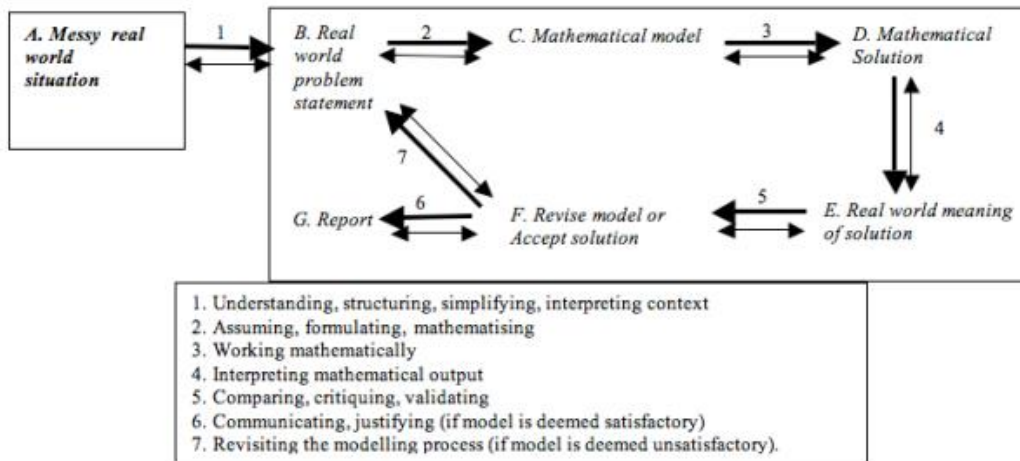
Fig. 29 - Ciclo de Modelagem Matemática em ambiente webquest

Por sua vez, o ciclo proposto por Gómez i Urgellés (2003, p. 38) tem um esquema simplificado, onde a ênfase é dada ao processo de matematização que leva à elaboração do modelo matemático. Ao final deve-se comparar o modelo com a situação do mundo real. Aqui a validação parece adquirir caráter secundário, mas não parece ser descartada, devendo estar implícita no processo de interpretação.



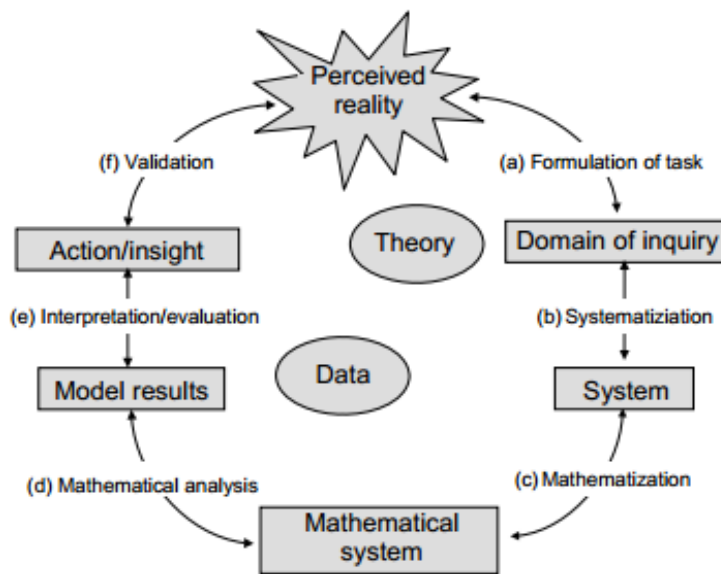
**Fig. 30 - Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Gómez i Urgellés**

No ciclo de MM apresentando por Stillman, Galbraith, Brown e Edwards (2007) *apud* Stillman (2012, p.7) as etapas são detalhadas. Os processos cognitivos são explicitados por meio das ações que devem ocorrer em cada etapa, que vão desde a interpretação da situação do mundo real e a formulação de hipóteses, passando pela crítica ao modelo até retornar ao processo de modelagem caso o modelo não esteja adequado. Os autores destacam essa relação biunívoca entre o modelo matemático e a situação real (seta 2), ou seja, o modelo deve traduzir da melhor maneira a realidade.



**Fig. 31 - Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Stillman *et al***

Haines e Crouch (2007, p. 3) citando o ciclo proposto por Blomhøj e Jensen, afirmam que os autores propõem um ciclo detalhado com etapas relacionadas à perspectiva cognitiva.



**Fig. 32 - Ciclo de Modelagem Matemática proposto por Blomhøj e Jensen**

Perrenet e Zwaneveld (2012) sustentam que um ciclo mais simples de MM deve conter 3 etapas: 1) tradução do problema em um modelo matemático, 2) a solução matemática do problema, e 3) a interpretação da solução no contexto do problema original. Portanto, os professores podem iniciar a prática da Modelagem utilizando esta alternativa mais simplificada de ciclo para que os alunos se habituem.



No entanto, os autores (op.cit) tradução nossa consideram que o ciclo de MM deve conter os seguintes aspectos:

- Análise do Problema: No início do processo, o problema é analisado, procurando respostas para perguntas como: O que é realmente relevante? O que é realmente o problema?

- Mundos, Modelos e Conhecimento: Esse conjunto de aspectos refere-se ao fato de que modelagem matemática não se operacionaliza apenas no mundo matemático, mas os problemas vêm de outros domínios de conhecimento não-matemático relevante e pertinente.

- Verificação: O modelo matemático e a solução devem ser testados e adaptados em face da lógica matemática e da consistência.

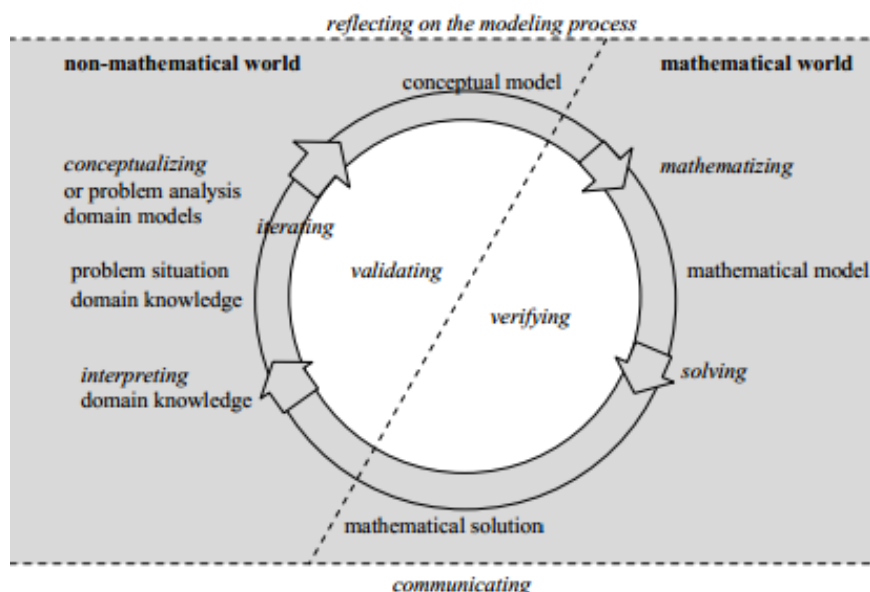
- Validação: O modelo matemático e a solução devem ser testados e adaptados em face das exigências da prática.

- Comunicação: a interação mútua com o treinador ou com o cliente (problema-proprietário) é necessário.

- Iteração: Os alunos devem receber problemas que são complexos o suficiente para perceber que, geralmente, é necessário percorrer o ciclo de ajuste mais de uma vez.

- Reflexão: A modelagem matemática tal como a resolução de problemas não podem ser realizadas sem atividade metacognitiva. Respondendo a perguntas, tais como: os métodos utilizados podem ser aplicados em outros contextos? Os modelos utilizados poderiam ser aplicados a outros problemas de modelagem? Que melhorias foram necessárias após a verificação e validação e por quê? Essas perguntas contribuem para que o aluno venha a desenvolver outras competências em futuras modelagens.

E por fim, os autores apresentam o ciclo de MM que contém os aspectos anteriormente mencionados:



**Fig.33 – Ciclo de MM desenvolvido por Perrenet e Zwaneveld (2012, p. 18)**

É importante ressaltar que nenhum ciclo aqui demonstrado é perfeito e constitui em verdade absoluta, e nem sequer deve ser encarado como uma “prescrição” a ser adotada como “remédio” para os problemas de aprendizagem em Matemática. Afinal, um escritor<sup>77</sup> já disse que “uma coisa é você achar que está no caminho certo, outra é achar que o seu caminho é o único.”

Portanto, os ciclos esboçam apenas um percurso sob o ponto de vista do autor e que não precisa ser seguido ordenadamente.

## **2.10 Modelagem Matemática e sua relação com os estilos de pensamento matemático, hábitos de pensamento e competências matemáticas**

Num ambiente de MM, a forma com que os alunos levantam hipóteses e planejam estratégias de solução da situação-problema mostra-se bastante diversificada. Depende basicamente de um conjunto de circunstâncias e elementos tais como concepções prévias, crenças, interações sociais, nível de mobilização dos conhecimentos matemáticos, entre outros. Krutetskii (1976), inclusive afirma que cada um pensa de um jeito e esse modo particular de pensar, deve ser analisado nas rotas de

<sup>77</sup> Frase de Paulo Coelho.

modelagem, uma vez que podem revelar dificuldades na assimilação de conteúdos matemáticos, habilidades básicas a serem desenvolvidas, habilidades avançadas que se pretende desenvolver.

Lage<sup>78</sup> (2008) ao investigar a mobilização das formas de pensamento matemático no estudo de transformações geométricas no plano, aborda a questão dos hábitos de pensamento matemático:

Que são modos de pensar que contribuem para desenvolver as capacidades de raciocinar, testar, experimentar, procurar relações, descobrir, comunicar e nas atividades investigativas, que incentivam a curiosidade, o interesse e a perseverança dos alunos por meio da cultura da exploração e investigação matemática.

A autora defende que o currículo escolar contemple o desenvolvimento dos hábitos de pensamento matemático, pois “o ensino de matemática deve estar centrado na formação desses hábitos mentais que permitem aos estudantes desenvolver um repertório heurístico e técnicas de pesquisas que possam ser aplicadas em outras situações futuras.” (LAGE, 2008, p. 19). Esse aspecto é muito importante, porque contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades e a MM é um veículo para o desenvolvimento dos hábitos de pensamento matemático.

Por outro lado, aparecem os chamados estilos de pensamento matemático. Em sala de aula, comumente os professores observam que os alunos apresentam bom desempenho em certas tarefas matemáticas e em outras não. E tendem a relacionar este fato às habilidades matemáticas como explica Borromeo Ferri (2012). Ela atribui essa dissonância ao estilo de pensamento matemático e assim o define:

Um estilo de pensamento matemático é a maneira com a qual um indivíduo prefere apresentar, para compreender e para pensar, fatos matemáticos e conexões por certas imaginações internas e / ou representações externalizadas. (BORROMEIO FERRI, 2012, p.1).

Para Borromeo Ferri (2003) os estilos de pensamento matemático se baseiam em dois componentes: imaginação interna e representações externalizadas; a forma holística, respectivamente, a dissecação do processo.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito aos objetivos definidos pelo professor. Dependendo da finalidade definida a ser atingida com determinada atividade

---

<sup>78</sup> Definição apontada no resumo da Dissertação de Lage (2008).

de modelagem, o professor prioriza o desenvolvimento de certas competências e habilidades e realiza a intervenção de uma determinada maneira.

Nesse sentido, Borromeo Ferri e Blum (2009) realizaram um estudo no qual identificaram os principais estilos de pensamento utilizados durante a modelagem matemática – baseando-se no trabalho de Sternberg (1997), válidos tanto para alunos como para professores, sobre o qual discorreremos mais adiante.

Sternberg e Zhang (2005) *apud* Frota (2010, p. 91) definem estilos de pensamento como “nossas preferências em usar as habilidades que temos”. Frota (2010) complementando as ideias de Sternberg e Zhang (2005) cita ainda o trabalho de Kozhevnikov (2007, p.464) que prefere usar o termo “estilos cognitivos” e a este se refere como “heurísticas que as pessoas utilizam para processar informações sobre o seu ambiente”. Frota (op. cit) esclarece que Kozhevnikov (2007) considera “a ideia de múltiplos níveis de estilos e da existência de metaestilos, referindo-se a estilos superordenados, controlando a flexibilidade de uma pessoa no uso de estilos subordinados, em função do tipo e das exigências da tarefa”, o que vem de encontro com a TFC, utilizada neste trabalho.

Em relação aos estilos de pensamento matemático adotados pelos professores durante o ciclo da MM, Borromeo Ferri e Blum (2009) afirmam que esses estilos parecem ter uma influência considerável no modo como os professores lidam com os problemas de modelagem na sala de aula, como elaboram as atividades de MM, como propõem as atividades e como atuam no ambiente de MM, alguns com intervenções mais expressivas, outros atuando apenas com mediadores.

Sobre a postura do professor em relação à resolução de problemas, Polya (1978, p. 2) coloca que “há dois objetivos que o professor pode ter em vista ao dirigir a seus alunos uma indagação ou uma sugestão: primeiro, auxiliá-lo a resolver o problema que lhe é apresentado; segundo, desenvolver no estudante a capacidade de resolver futuros problemas por si próprio.” E geralmente uma dessas posturas ou as duas são adotadas simultaneamente em um ambiente de modelagem.

Borromeo Ferri e Blum (2009, tradução nossa) identificaram os seguintes estilos de pensamento utilizados na MM:

- Pensadores analíticos: preferem a "parte matemática" do ciclo de modelagem e são interessados em soluções formais de tarefas de modelagem, enquanto

que a validação real dos resultados não é tão importante para eles. Têm preferência por representações simbólicas ou verbais.

- Pensadores visuais: tem preferência pela representação pictórica e pela compreensão de fatos matemáticos e conexões de uma forma holística. A solução formal não está no foco; tendem a pensar em termos de "mundo real" (a situação dada na tarefa) e para enriquecer a realidade utilizam bastante a imaginação e suas próprias associações e experiências.

- Pensadores integrados: combinam o estilo visual com o estilo analítico de pensamento; são capazes de mudar de forma flexível entre as diferentes representações e maneiras de proceder. Apresentam equilíbrio entre a realidade, a Matemática e maneira com que os professores conduzem as atividades em sala de aula e a independência dos alunos ao realizá-las. Em especial este estilo é o que mais se enquadra na TFC pela maneira com que articula seus conhecimentos e os adapta diante das situações.

D'Ambrosio *apud* Barton (1996, p. 49) considera que "diferentes modos de pensamento podem conduzir à formas diferentes de matemática" e conseqüentemente formas diversas de se elaborar um modelo para uma mesma situação – quando a situação admite apenas aquele modelo e suas variáveis conforme o que solicitou o professor – ou quando os sujeitos, de acordo com seus pontos de vista consideram certas variáveis e os modelos desenvolvidos – observando –se a sua validação – estão adequados, como foi o caso desta tese.

Para que esses pensamentos sejam apurados, refinados e evoluam, o desenvolvimento de competências matemáticas e de competências em modelagem matemática é essencial. Para tanto, cabe ao professor proporcionar situações de aprendizagem que possibilitem esse desenvolvimento.

Jensen (2007, p. 142) define competência matemática como a “prontidão que alguém perspicaz utiliza para atuar em resposta a certo tipo de desafio matemático de uma determinada situação.” Blomhøj e Jensen (2003) *apud* Jensen (2007, p. 143) definem competência em MM como um estreitamento da definição de competência matemática afirmando ser a “prontidão que alguém perspicaz utiliza em uma determinada situação para realizar todas as partes de um processo de modelagem matemática.” (tradução nossa)

Para desenvolver essa competência, Niss e Jensen *apud* Jensen (2007, tradução nossa) sugerem três dimensões a serem avaliadas para averiguar se o sujeito está de posse da competência: grau de cobertura (indica quais aspectos da competência que o sujeito pode ativar e o grau de autonomia com que esta ativação ocorre; raio de ação (indica o espectro de contextos e situações nas quais o sujeito pode ativar a competência) e nível técnico (aborda o tipo de matemática, ou melhor, de conhecimentos matemáticos, que o sujeito pode utilizar e como eles são flexíveis quando são utilizados).

Por sua vez, Borromeo Ferri e Blum (2009, tradução nossa), consideram as seguintes competências relativas à MM que os professores devem apresentar: competência teórica (conhecimento sobre os ciclos de modelagem, sobre objetivos/perspectivas para modelagem e sobre os tipos de tarefas de modelagem); competência da tarefa relacionada (capacidade de resolver, analisar e criar tarefas de modelagem); competência de ensino (capacidade de planejar e executar aulas de modelagem e conhecimento de intervenções apropriadas durante os processos dos alunos de modelagem) e competência de diagnóstico (capacidade de identificar fases no processo de modelagem realizado pelos alunos e diagnosticar as dificuldades dos alunos durante o processo).

Galdón *et al* (2011, p. 5, tradução nossa) define competência como a “capacidade de implementar e integrar conhecimentos, habilidades e atitudes adquiridos para resolver problemas e situações contextos diferentes.” Essa definição é importante quando se fala em Flexibilidade Cognitiva. Para os autores, seguem a trilha de Jensen (op.cit) no que diz respeito ao estreitamento do conceito de competência matemática para servir de suporte ou elemento que ampara o ciclo de MM.

Contudo, Galdón *et al* (2011, p. 5, tradução nossa) elencam as seguintes competências relacionadas à MM, no Ensino Médio e que em nada diferem de outros níveis de ensino:

- Competência matemática: através da modelagem o aluno desenvolve a capacidade de utilizar diferentes formas de pensamento matemático, a fim de interpretar e descrever a realidade e agir sobre ela, como parte de sua própria aprendizagem;

- Competência em conhecimento e interação com o mundo físico: leva à distinção de formas, relações e estruturas como ferramentas básicas para desenvolver representações abstratas do mundo;

- Competência de processamento e de informação digital: a busca e seleção de informações de cada trabalho, tanto em versão impressa e em formato digital, é às vezes, pré-requisito para a modelagem;

- Competências de aprender a aprender: através de práticas de modelagem, os alunos aprendem como podem aplicá-las em situações novas, depois, integrando aos processos originais ferramentas de ação futura;

- Competência de comunicação: a expressão oral e escrita na formulação e expressão de ideias é usada continuamente. Aprender a transmitir, ajuda na compreensão e se faz necessário convencer com argumentos científico-matemáticos;

- Competência de autonomia e de iniciativa pessoal: tem que planejar estratégias, assumindo desafios e controle nos processos de tomada de decisões, assim como interpretar a informação através da Matemática, de forma numérica ou funcional;

- Competência social e cívica: o trabalho em equipe cria uma relação entre os alunos que passam a partilhar opiniões, ouvir, debater;

- Competência artística e cultural: a escolha de práticas adequadas de modelagem é um caminho simples para se introduzir a Matemática no campo cultural.

Em 2011, a Sociedade Europeia de Ensino de Engenharia (ALPERS, 2011) se reuniu para discutir o ensino de Matemática nos cursos de Engenharia da Europa, identificar as competências a serem desenvolvidas pelos futuros engenheiros e apontar sugestões para o currículo. Dentre as 8 competências sugeridas, está a de modelar matematicamente.

Por conseguinte, Cury (2000) e Pereira e Baggio (2005) realizaram estudos sobre os estilos de aprendizagem dos alunos de Engenharia. Para Pereira e Baggio (2005, p. 3) o “estilo de aprendizagem é maneira pela qual o indivíduo percebe, processa e retém a informação.” Foram identificados os seguintes estilos: sensorial e intuitivo, visual e verbal, indutivo e dedutivo, ativo e reflexivo, sequencial e global.

Pereira, Kuri e Silva (2004, p. 1530) afirmam a importância do professor conhecer os estilos de aprendizagem:

Pensar a respeito dos estilos de aprendizagem pode levar o professor a ponderar sobre qual é a melhor maneira de ensinar e como variar os métodos de ensino e as atividades de aprendizagem para atingir o maior número de estudantes possível e facilitar-lhes a aprendizagem.

Conhecer os estilos de aprendizagem requer tempo e aplicação de 5 perguntas baseadas nos estudos de Felder e Silverman (1988) *apud* Pereira, Kuri e Silva (2004), além da observação e outros instrumentos de coleta de informações.

**Tabela 3 – Percentagem dos estilos de aprendizagem observados no trabalho de Kuri (2004) e na turma de 2004 com seus professores**

<b>Estilos de Aprendizagem</b>	<b>Alunos do 1º, 3º e 5º anos de Engenharia Civil (n = 269)</b>	<b>Alunos do 3º ano de Engenharia Civil (n = 59)</b>	<b>Professores da turma de 2004 (n = 3)</b>
Ativo	68%	52%	100%
Reflexivo	32%	48%	0%
Sensorial	82%	92%	100%
Intuitivo	18%	8%	0%
Visual	83%	86%	100%
Verbal	17%	14%	0%
Sequencial	49%	44%	0%
Global	51%	56%	100%

Fonte: Pereira, Kuri e Silva (2004, p. 1534)

Por outro lado, ressaltamos que para se praticar a MM, não é necessário desenvolver todas as competências elencadas aqui. Cada sujeito é singular, tem uma personalidade, um tempo de maturação e internalização dos conhecimentos e experiências. Por outro lado, existe a questão volitiva e os interesses pessoais, as suas múltiplas inteligências, entre outros fatores tanto internos quanto externos que influenciam no desenvolvimento das competências e no momento preterido para desenvolvê-las.

No mundo corporativo, onde os engenheiros atuam, as competências são vistas sob outro enfoque, ou seja, como um conjunto de conhecimentos, habilidades (“saber fazer”), comportamentos e atitudes (“saber ser”), aptidões, que possibilitam alcançar um melhor desempenho na execução de certas atividades. Nos processos de recrutamento e seleção esses aspectos são observados.



Acreditamos, contudo, que as atividades escolares, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior sejam essenciais para o desenvolvimento das competências básicas, que preferimos chamar de formadoras, como as da Modelagem, e que posteriormente contribuem para atuação profissional do sujeito. Ressaltamos ainda que as competências sempre são aprimoradas de acordo com as exigências, necessidades e interesses, ou seja, fazem parte do processo evolutivo do ser humano.

## **2.11 Apontamentos sobre a Modelagem Matemática de relações jurídicas: algumas controvérsias**

De Lange (1989) *apud* Maaß (2006) considera também a possibilidade de se matematizar contextos fora da Matemática, como o contexto jurídico. O Direito é uma Ciência Social que contempla um sistema de normas que visa regular as relações na sociedade com a finalidade de garantir a organização e paz social, assim como o bem comum.

No universo jurídico, diversas são as situações em que a Matemática é utilizada. Cálculos trabalhistas, indenizações, valores de pensão alimentícia, tributação, valor do dano ambiental, cálculo da pena, entre outras, que constituem relações jurídicas. As relações jurídicas são constituídas por sujeitos (ativo e passivo), vínculo de atributividade e objeto. Seguem abaixo algumas definições de relações jurídicas:

- 1) Pode-se dizer, então, que uma relação jurídica seria uma relação entre dois ou mais indivíduos, e, por meio desse vínculo, as normas jurídicas incidem, por serem as consequências relevantes para o Direito. É importante dizer que uma relação jurídica pode conter direitos e deveres para as partes, sendo que, normalmente, uma parte tem um direito relacionado à prestação que a outra é obrigada.<sup>79</sup>
- 2) Relação jurídica é o vínculo intersubjetivo concretizado pela ocorrência de um fato cujos efeitos são veiculados pela lei, denominado fato jurídico. Trata-se, portanto de relação social específica tipificada por uma norma jurídica.<sup>80</sup>

Circunscrita aos contadores e peritos judiciais, a Matemática é distanciada da atividade do juiz e figura quase “inexistente” no campo das práticas e doutrinas

---

<sup>79</sup> Extraído de: [http://www.jurisway.org.br/v2/cursoonline.asp?id\\_curso=197&pagina=2&id\\_titulo=2422](http://www.jurisway.org.br/v2/cursoonline.asp?id_curso=197&pagina=2&id_titulo=2422). Acesso em: 30 jun. 2012.

<sup>80</sup> Extraído de: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rela%C3%A7%C3%A3o\\_jur%C3%ADdica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rela%C3%A7%C3%A3o_jur%C3%ADdica). Acesso em: 30 jun. 2012.

jurídicas. Por vezes causa enorme celeuma, como é o caso do arbitramento do dano moral. A quantificação utilizando parâmetros matemáticos é bastante condenada, uma vez que não é possível mensurar a dor, a angústia, o sofrimento, a humilhação sofrida pela vítima por meio de uma equação, e nem tampouco, o valor monetário a que se chega para o ressarcimento pode apagá-la, mas é visto como uma punição ao autor.

Silvestre (2006, p. 1) comentando o critério da tarifação afirma que “(...) tarifar a indenização do dano moral ainda não é a solução adequada para encontrar-se o justo equilíbrio da compensação, já que esquemas matemáticos não são adequados para a correção de danos morais.”

Reis (1998, p. 113-114) em seu livro “Avaliação do dano moral” traz um modelo matemático para cálculo do dano moral, que apresentamos a seguir:

**Tabela 4 – Cálculo do dano moral**

<p><b>Tabela III</b> <b>3 - EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO DANO MORAL</b></p>	<p><b>3.1</b> <math>VI = \frac{SE(v)+(MD)2-QE(r)}{SE(r)}</math></p>	<p><b>3.2 - Elementos da equação:</b> VI = Valor da indenização. SE(v) = Situação econômica da vítima. SE(r) = Situação econômica do réu. MD = Magnitude do dano. QE(r) = Quociente de entendimento do réu.</p>
<p><b>Tabela IV</b> <b>4 - TABELA DE VALORES</b></p>	<p><b>4.1 Situação econômica do RÉU - SE (r)</b> 4.1.1 - Péssima = 90 - 100 4.1.2 - Ruim = 70 - 80 4.1.3 - Razoável = 50 - 60 4.1.4 - Boa = 30 - 40 4.1.5 - Excelente = 1 - 20</p> <p><b>4.3 Situação econômica da vítima (SE-v):</b> 4.3.1 - Péssima = 800 - 1.000 4.3.2 - Ruim = 1.001 - 1.200 4.3.3 - Razoável = 1.201 - 1.400 4.3.4 - Ótima = 1.401 - 1.600 4.3.5 - Excelente = 1.601 - 1.800</p>	<p><b>4.2 Magnitude do dano (MD):</b> 4.2.1 - Levíssimo = 0 - 25 4.2.2 - Leve = 26 - 50 4.2.3 - Grave = 51 - 75 4.2.4 - Gravíssimo = 76 - 100</p> <p><b>4.4 Quociente de entendimento do lesionador-réu (QE-r):</b> 4.4.1 - Inferior = 700 - 1.000 4.4.2 - Médio = 500 - 700 4.4.3 - Elevado = 300 - 100 4.4.4 - Superior = 100 - 0</p>

Fonte: Reis (1998, p. 113-114)

Mas, esta proposta de tabelamento é criticada por Barouche (2011, p.2):

(...) magistrado paranaense Clayton Reis que propõe a criação de um sistema complexo no qual o valor da indenização se resolverá em uma equação matemática, porém, nesta fórmula, a fortuna do réu influirá decisivamente na fixação do montante, e também a situação econômica da vítima será decisiva para a fixação da indenização, o que constitui verdadeiro absurdo, pois, reconhecendo-se o dano moral como lesão à dignidade da pessoa humana, seria o mesmo que reconhecer aos abastados maior dignidade que aos desafortunados. Além do mais, já nos posicionamos a respeito da fixação do dano moral por quantum matemático como forma não adequada perante a Lei Maior e seus princípios.

Posição idêntica a de Barouche é defendida por Caldeira, M. D. *et al* (2007, p. 159- 160):

Em nosso entendimento a fórmula proposta por Clayton Reis não é apropriado pois acreditamos não ter importância para o arbitramento do dano moral a situação econômica da vítima. Também discordamos da inclusão na fórmula do item: quociente de entendimento do lesionador, uma vez que nos parece mais importante do que isto a inclusão na fórmula da mensuração do dolo ou dos graus de culpa. Demais disto, a fórmula não permite grandes variações, pois não aparenta nenhum cálculo exponencial.

Na seção dos Apêndices desta tese encontra-se na íntegra as duas entrevistas realizadas com o Dr Clayton Reis<sup>81</sup> sobre o modelo matemático que ele criou para o arbitramento do dano moral, e sua defesa diante das críticas citadas anteriormente.

Caldeira *et al* (op.cit) defendem o modelo matemático criado por Cesar Ronaldo Offa Basile, por acreditarem que a fórmula permite ao juiz analisar as especificidades de cada caso concreto, “obtendo valores diferentes, porém uniformes e dentro de um equilíbrio”. Os autores afirmam que o modelo de Basile permite a quantificação e não a tarifação, que fere o Princípio da Isonomia, além de apresentar um fator multiplicador e um fator exponencial, considerando-se uma fórmula que não “ultrapassa o bom senso e não engessa a atividade do magistrado”, como se referem os autores. Segue abaixo a fórmula comentada:

$$DanoMoral = \frac{Vr \cdot [(n+1)^i \cdot r] \cdot (dolo \cdot Se) \cdot pa}{at}$$

**Vr** = valor de referência (base é o salário mínimo)  
**n** = natureza específica: 1 (leve), 2 (média), 3 (grave) e 4 (gravíssima)  
**i** = intensidade: 1 (pequena), 2 (média), 3 (grande)  
**r** = repercussão: 1 (não) e 2 (sim)  
**dolo** = 1 (sem culpa), 2 (culpa), 3 (grave) e 4 (dolo)  
**Se** = situação econômica do ofensor: 1,2,3,4,5  
**at** = atenuante: 2 (praticou) e 1 (não praticou)  
**pa** = prática anterior: 2 (praticou) e 1 (não praticou)

**Fig. 34 – Modelo matemático para o cálculo do dano moral**

<sup>81</sup> O Dr Clayton Reis assinou o TLCE para concessão da entrevista.

Freyesleben (2009), outro magistrado, observa que os critérios para a fixação da indenização são a intensidade e duração da dor sofrida, a gravidade do fato causador do dano, a condição pessoal (idade, sexo etc.) e social do lesado, o grau de culpa do lesante e a situação econômica do lesante. O que Reis (op.cit) fez foi quantificar esses critérios. Os peritos judiciais apresentam outros modelos matemáticos, como o de Ishikawa (2009) que atribui a cada um dos 20 tipos de dores uma porcentagem de 5% (para resposta sim vale 1 ponto e para resposta não vale zero), leva em conta os dias de sofrimento da vítima situados nos intervalos de  $10 \leq \text{dias} \leq 360$  avaliando diversos quesitos numa planilha e chegando ao modelo matemático abaixo:

**Cálculo**

**PS** = Porcentagem de sofrimento = (total de pontos) x (5%) ---> PS = \_\_\_\_ %

**DS** --> dias de sofrimento será de mínimo de 10 dias e máximo 360 dias

**DS** = Dias de sofrimento =  $\frac{(\text{total dias})}{(\text{total pontos})} =$  \_\_\_\_\_ --> DS = \_\_\_\_ dias

**Ra** --> rendimento anual do ofensor ou até 40 salários mínimos ---> R\$ \_\_\_\_/ano

**RD** = Rendimento diário = Ra/360 = \_\_\_\_\_ --> RD = R\$ \_\_\_\_/dia

**VI** ---> VALOR DA INDENIZAÇÃO = (DS X RD X PS) / 100% =

$$VI = \frac{(\dots \text{ dias}) \times (\text{R\$} \dots / \text{ dia}) \times (\dots \%)}{(100 \%)} \Rightarrow VI = \text{R\$} \dots$$

Fonte: Ishikawa (2009, p.42)

**Fig. 35 – Fórmula para calcular o valor da indenização**

Ishikawa (2009) acredita que a indenização por dano moral deve pautar-se pela avaliação do patrimônio, avaliação da lesão moral e cálculos matemáticos.

Mas, o critério matemático ainda não é pacífico entre os operadores do Direito, pois “(...) deixa de lado a pessoa humana em favor de cálculos, o que não coaduna com a axiologia constitucional que coloca a pessoa humana em posição de destaque.”(BAROUCHE, 2011, p.1)

Freyesleben (2009), por sua vez, lembra que:

Todavia, à míngua de parâmetros fixos ou de fórmulas matemáticas perfeitas, o juiz, no exercício de seu mister, depende quase só de seu bom senso para concluir por um valor condizente com a extensão da lesão experimentada pelo ofendido, cuidando, porém, para não esfalfar as finanças do causador do dano moral, sob pena de, para corrigir uma injustiça, cometer outra.

Entretanto, Carneiro (2011) defende a adoção da estatística não paramétrica na valoração do dano moral, alegando que esta agrega dados quantitativos e qualitativos possibilitando-se chegar a um resultado unitário.

Avanci<sup>82</sup> (2012) se posiciona da seguinte maneira a respeito da existência de modelos matemáticos na legislação e sua influência no trabalho do juiz:

Na maioria das vezes, sim. No entanto, já observamos, no Direito, situações em que há um engessamento do Juiz na aplicação de sentenças justamente por conta da aplicação de modelos quantitativos que não conseguiram abarcar plenamente a questão explicitada. Cite-se como exemplo a questão das indenizações fixadas pela tão criticada Lei de Imprensa (lei 5.250/67), julgada totalmente inconstitucional pela ADPF 130. Eis que tais modelos quantitativos designados pela referida lei vinham sendo usados por julgadores, principalmente na difícil tarefa de quantificar dano moral. Em suma, modelos matemáticos puramente quantitativos, sem dúvida, tornam a aplicação da sentença mais simples desde que observem aspectos de modo a otimizar a sua aplicação.

Indagada se os parâmetros matemáticos da legislação a tornam mais justa, Conte<sup>83</sup> (2012) esclareceu que:

Os parâmetros de quantificação de uma lei a tornam mais objetiva. Assim, o juiz pode tomar as medidas cabíveis para a eventual necessidade de adequação ao caso concreto dentro dos parâmetros legalmente estabelecidos. Contudo, outras variáveis são utilizadas pelo magistrado, dentro da razoabilidade, não podendo se aplicar um rigor matemático na aplicação da lei. Por exemplo, numa indenização por dano moral são levados em conta fatores que somente se apresentam com o caso concreto, tais como: as condições econômicas e culturais, bem como, a posição social do ofensor e da vítima.

---

<sup>82</sup> Entrevista gentilmente concedida via email em 2012 com emissão de TLCE pelo advogado e professor universitário Thiago Felipe S. Avanci.

<sup>83</sup> Entrevista gentilmente concedida via email em 2012 com emissão de TLCE pela advogada e professora universitária Christiany Pegorare Conte

Em um estudo apresentado durante o 16<sup>th</sup> ICTMA realizado em 2013 na cidade de Blumenau (SC), intitulado “Reflections on the application of mathematical modelling in other fields of knowledge”, Lozada (2013) coloca como outras áreas do conhecimento reconhecem e aplicam a modelagem matemática. Para tanto, faz uma breve análise comparativa entre Administração e o Direito e em relação a este a autora concluiu preliminarmente que:

- No Curso de Direito não existem disciplinas da área de Matemática: Murray Gerstenhaber, professor da University of Pennsylvania (USA) foi pioneiro ao ensinar Estatística para os estudantes de Direito.

- Embora os professores do Curso de Direito cite a importância dos cálculos trabalhistas e dos cálculos tributários, esses cálculos não são ensinados durante a graduação. Cursos extracurriculares promovem a aprendizagem desses cálculos e poucos operadores do Direito demonstram interesse em aprendê-los, e geralmente eles remuneram outros profissionais para realizá-los, como é o caso dos contadores. Além do mais, o Poder Judiciário conta com o auxílio de peritos judiciais e há programas de computador que realizam cálculos.

- Normalmente, os modelos matemáticos utilizados pelos juízes são aqueles que empregam uma matemática básica, portanto, são modelos simples;

- É notório que o Poder Judiciário Brasileiro se norteia pelo Princípio da Livre Convicção ou convencimento motivado para que o juiz faça a apreciação das provas, bem como do Princípio da Persuasão Racional, que vincula o juiz à prova e aos elementos existentes nos autos. Assim, os modelos matemáticos podem ser ferramentas que auxiliem os juízes nos tribunais, não sendo considerado obrigatório o seu uso. Desta forma, como podemos ver, os elementos matemáticos exercem menos influência nas decisões.

- O Direito é uma área mais distante da Matemática do que a Administração de Empresas, que inclusive possui uma Teoria Matemática em seus meandros.

- Percebe-se que o universo jurídico reconhece implicitamente que o uso da Matemática em decisões judiciais gera um impacto na vida das pessoas e da sociedade, como é o caso da valoração do dano moral.

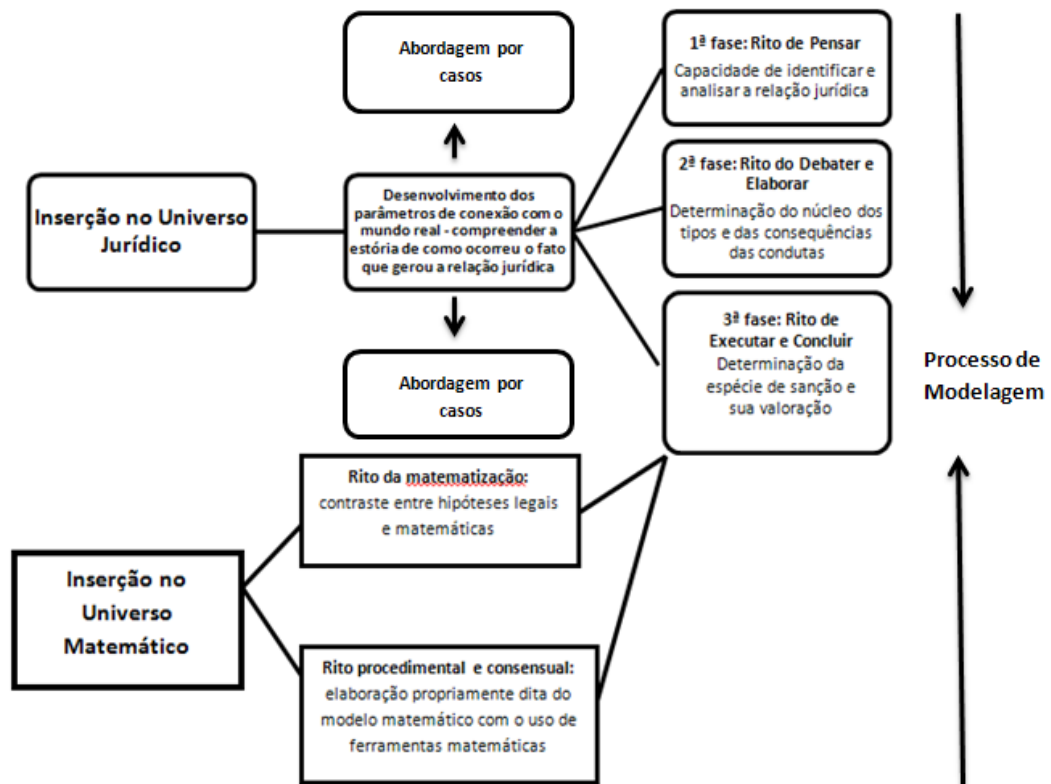
Lozada (2013) concluiu pelos seus estudos preliminares que seria forçoso afirmar que existe uma Teoria Matemática imbricada no universo jurídico e que outros estudos devem ser realizados para verificar ou não a sua existência, mas aponta nesta tese, o surgimento de um estilo de pensamento matemático-jurídico, verificado pela atividade de modelagem matemática de relações jurídicas propostas.

## **2.12 Proposta de um ciclo de Modelagem Matemática de relações jurídicas**

Com base nas teorias de Spiro *et al* (1988, 2003, 2007), Sternberg (1985, 1988, 1993, 2000, 2005) e Ennis (1991, 1993, 1996, 2011), além das ideias derivadas dos ciclos de MM, propusemos um ciclo aplicado às relações jurídicas, descrito abaixo:

### **- Parte 1: Inserção no Universo Jurídico (conexão com a realidade)**

No ciclo de MM de relação jurídica o aluno primeiramente ingressa no universo jurídico, explora o fato que gerou a relação jurídica – toma conhecimento dos fatos (da estória das partes narrada nos julgados, ou seja, interpreta, faz uma leitura do contexto e relaciona com outros casos semelhantes para contrastá-los, e daí opera-se a flexibilidade cognitiva) -, identifica os sujeitos envolvidos e suas condutas, os argumentos das partes, as consequências das condutas e soluciona o caso proferindo uma decisão, atribuindo uma sanção ao agente considerado responsável pelo ato lesivo. Então, passa a estabelecer conjecturas para quantificar matematicamente a relação jurídica.



Fonte: Elaborado pela autora da tese.

**Fig.36 – Ciclo de MM de relações jurídicas**

O aluno deve mobilizar conhecimentos extramatemáticos nessa parte e fazer uso dos pensamentos prático, analítico e criativo (STERNBERG, 2005), bem como do pensamento crítico (ENNIS, 1991, 1993, 1996, 2011). Dessa forma, os elementos componenciais e experienciais encontram suporte para serem mobilizados.

### **- Parte 2: Inserção no Universo Matemático**

1º) Rito da matematização, no qual contrasta hipóteses legais e matemáticas, o sujeito seleciona as variáveis relevantes, buscando coerência para poder elaborar o modelo matemático que constituirá o dispositivo sancionatório. Miguel e Natti (2009, p. 7) lembram que a fase da matematização “é a fase mais complexa e desafiadora, pois é nela que se dará a tradução da situação problema para a linguagem matemática.” E prosseguem afirmando que nesta fase “intuição, criatividade e experiência acumulada são elementos indispensáveis.” Os autores (op.cit) apontam os principais elementos para formular e validar as hipóteses: classificar as informações relevantes e não relevantes,



identificando os fatos envolvidos; decidir quais os fatores devem ser perseguidos, levantando hipóteses; selecionar variações relevantes e constantes envolvidas; selecionar símbolos apropriados para essas variações e descrever essas relações em termos matemáticos.

2º) Rito procedimental e consensual: consiste na elaboração propriamente dita do modelo matemático com o uso de ferramentas matemáticas (mobilização de conhecimentos matemáticos e intramatemáticos) e no qual fará a representação algébrica do modelo matemático (registro semiótico). Em seguida, testa o modelo, para verificar se está adequado à relação jurídica, faz os ajustes quando necessário, validando-o. Alguns alunos podem suscitar que há casos em que aquele modelo não seja aplicado, pois no Poder Judiciário – com exceção da súmula vinculante - o juiz analisa o caso concreto, as provas, forma a sua livre convicção e profere a sentença. E essa situação pode ensejar outros modelos matemáticos para relações jurídicas semelhantes. Por isso, que a TFC é importante, pois reconhece que os conceitos são utilizados de maneiras diferentes, em contextos diferentes, sendo necessário promover o desenvolvimento de estruturas de conhecimento mais abertas, como coloca Spiro *et al.* (op. cit)

Nessa parte, o aluno faz uso do pensamento crítico (ENNIS, 1991, 1993, 1996, 2011), pensamento analítico e do pensamento prático. (STERNBERG, 2005), assim como mobiliza os elementos componenciais.

### **2.13 Níveis de funcionamento dos conhecimentos matemáticos dos alunos e outros apontamentos**

Em um trabalho publicado em 1998 na Revista *Recherches en didactique des mathématiques*, intitulado “Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université” Aline Robert, pesquisadora francesa, propôs ferramentas de análise do processo ensino – aprendizagem, as quais foram incorporadas em dimensões, sendo as três primeiras destinadas às questões do ensino (baseadas em trabalhos sobre Didática da Matemática e no trabalho de Vergnaud sobre os Campos

Conceituais) e a quarta dimensão denominada de Nível de Mobilização é destinada à análise dos conhecimentos matemáticos utilizados pelos alunos.

No Nível de Mobilização os conhecimentos se dividem em três níveis, nível técnico, nível mobilizável e nível disponível. Estes níveis de conhecimentos são esperados dos alunos nas séries de escolarização, portanto, não necessariamente os alunos os apresentarão. Tais níveis estão diretamente relacionados aos conhecimentos exigidos em determinados tipos de atividades.

O nível técnico estaria associado ao emprego de fórmulas, teoremas, definições, ou seja, as ferramentas para resolução do problema encontram-se explícitas no enunciado do problema. Neste nível, o aluno faz uso de procedimentos e conhecimentos já conhecidos reproduzindo-os, sem a necessidade de elaboração mental mais complexa. É típico dos chamados “problemas de aplicação” aqueles que em geral auxiliam o aluno na mecanização dos procedimentos de resolução de problemas, ou seja, lançam mão do uso de algoritmos já conhecidos pelos alunos.

Esse primeiro nível foi considerado na atividade 2 da Ficha 1 e nas atividades 1 e 2 da Ficha 2. Na atividade 2 da Ficha 1, pediu-se para calcular a intensidade sonora a partir de um modelo matemático fornecido no enunciado do problema. Na atividade 1 da Ficha 2, o tema era propagação de ondas sonoras. Os dados para resolução do problema estavam contidos no enunciado da questão e também no texto de apoio que antecede a questão. Na atividade 2 da Ficha 2, retoma-se à questão da intensidade sonora, solicitando-se o cálculo de decibéis e determinação de um modelo matemático que associe a intensidade com o nível de decibéis e cuja elaboração fica explícita no enunciado da questão.

Em relação ao nível mobilizável, Robert (1998) explica que os parâmetros para resolução do problema se encontram explícitos, bastando que o conhecimento a ser utilizado para resolução seja identificado (mobilizável) havendo a necessidade de organizar, reorganizar (justaposição de saberes), adaptar conhecimentos para se resolver o problema ou articular informações de naturezas diferentes. O aluno buscará ferramentas para a solução do problema dentro do quadro constituído por objetos daquele ramo matemático onde se insere o problema.

No entanto, poderá o aluno mudar de ponto de vista matemático no que diz respeito ao tratamento que dará para resolução do problema ou mudar de quadro,

buscando em outros ramos da Matemática a solução para o problema. Neste nível, começa a ser exigida do aluno flexibilidade cognitiva, pois muitas vezes ele pode entender que o domínio esteja mal estruturado.

Esse segundo nível foi considerado na questão 1 da Ficha 3 (Tarefa) no qual solicitou-se aos alunos que extraíssem modelos matemáticos de três incisos da Lei 11.501/94 (Lei do Ruído alterada pela Lei 15.133/10 que abrandou os valores das multas) e comparassem com a quantidade de decibéis permitida. Os alunos deveriam pesquisar o valor da UFM (unidade fiscal do município) em São Paulo utilizada na cobrança de tributos e cujo valor é R\$ 102,02, para fazer a conversão do valor e encontrar a relação com a quantidade de decibéis. Os alunos deveriam ter conhecimentos sobre regra de três simples para efetuar a conversão e recordar utilizando o material disponibilizado, os limites de ruídos contidos na Lei de Zoneamento.

No nível disponível, segundo Robert (1998) não há indicações para resolução do problema - embora os dados do problema estejam explícitos - e espera-se que o aluno na tentativa de resolver o problema apresente ou crie contra exemplos, mude de quadro sem sugestões feitas pelo professor, estabeleça relações, aplique métodos não previstos. Neste nível, ele se depara com um problema que não lhe é “peculiar”, do qual ele dispõe de conceitos básicos que cercam este problema e, para tanto, seleciona e mobiliza ferramentas e objetos entre aqueles adquiridos e que constituem uma referência para resolução. No entanto, o aluno também poderá buscar outros conhecimentos para resolução do problema. Entendemos que neste nível, o aluno utiliza os dois primeiros níveis de funcionamento, o nível técnico e o mobilizável, mesmo que em tentativas para resolução do problema.

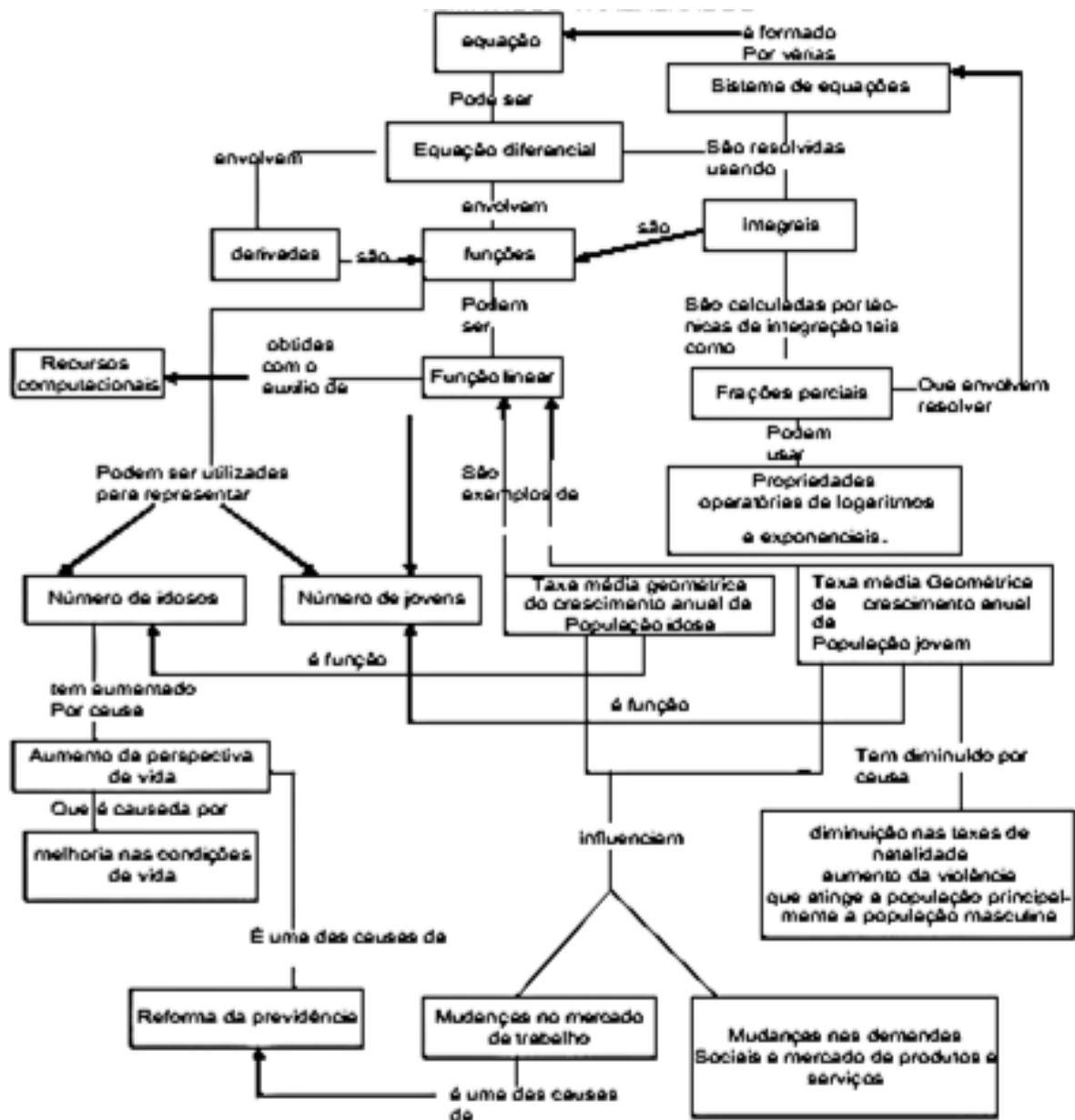
Assim, neste nível, novamente a flexibilidade cognitiva é necessária para buscar estratégias de resolução para domínios os quais podem se apresentar “mal estruturados” sob o ponto de vista do aluno. Este nível foi considerado na tarefa 1 da Ficha 2, a qual solicitou aos alunos que elaborassem um projeto de lei que disciplinasse o uso de aparelhos sonoros em transportes públicos, com aplicação de multas e penas alternativas. O projeto de lei deveria conter o modelo matemático que justificasse matematicamente o valor da multa a ser arbitrado. Todos os dados para elaboração do projeto de lei estavam explícitos, mas não ficava claro para os alunos quantas variáveis o modelo matemático deveria conter.

No entanto, não se deve analisar friamente as concepções de Robert (1998) sem aliá-la a outras teorias que lhe deem suporte para melhor compreender as mobilizações cognitivas durante as atividades propostas pelo professor, conforme veremos adiante.

Para este estudo classificamos os conhecimentos que poderão ser mobilizados pelos alunos em três tipos e assim os definimos:

- a) Conhecimentos matemáticos: aqueles conhecimentos de Matemática elementar ou que se situam no campo do conteúdo que está sendo desenvolvido naquele momento pelo professor.
- b) Conhecimentos intramatemáticos: conhecimentos mobilizados de outros ramos da Matemática para solucionar o problema.
- c) Conhecimentos extramatemáticos: conhecimentos mobilizados de outras áreas do conhecimento que servem de suporte para estabelecer relações que contribuam para as soluções matemáticas do problema.

Abaixo mostramos um exemplo de conhecimentos matemáticos e extramatemáticos mobilizados em um ambiente de MM e que foram expostos num mapa conceitual:



Fonte: Rizzi<sup>84</sup> (sd)

**Fig.37 – Mapa conceitual dos conhecimentos matemáticos e extramatemáticos em MM**

A mobilização desses conhecimentos está condicionada a uma forma de representação, que Duval (2004) denomina de representações semióticas, na qual as funções cognitivas desempenham um papel em cada tipo de registro. No caso desta tese,

<sup>84</sup> Disponível em: [www.inf.unioeste.br/~rogerio/MM\\_Uma\\_Alternativa\\_EM.pdf](http://www.inf.unioeste.br/~rogerio/MM_Uma_Alternativa_EM.pdf). Acesso em: 24 jun.2012.

para o funcionamento matemático utilizamos a representação discursiva por meio dos registros multifuncionais (língua natural – propositura do modelo matemático da relação jurídica; associações verbais que os alunos utilizaram para elaborar a legislação e posteriormente o modelo matemático) e os registros monofuncionais (linguagem algébrica que compõe o modelo matemático da relação jurídica). Houve um grupo que utilizou o registro tabular como complemento ao texto da lei que desencadeou o modelo matemático.

Silva e Almeida (2009, p. 7-8) comentam a importância das representações semióticas nas atividades de MM por meio da abordagem de D’Ambrosio (1986):

D’Ambrosio (1986) aborda que a Modelagem consiste no desenvolvimento de uma atividade na qual se definem estratégias de ação. Para esse autor, quando se está diante de uma situação é necessário traduzi-la num problema formulado em linguagem convencional, no caso, a linguagem Matemática. Para isso, é necessário simplificar a situação, uma vez que a linguagem convencional permite uma simulação da realidade que se pretende modelar, trabalhar tal situação por meio da Matemática que se conhece e buscar novas informações quando se fizer necessário, para, finalmente, obter uma representação matemática dessa situação. A essa representação chama-se modelo matemático e as etapas de obtenção, validação e aplicação desse modelo é o que se considera como Modelagem Matemática.

As autoras (op.cit) seguem explicando que:

Duval (2003) considera que quando o trabalho com atividades matemáticas tende a diversificar os registros de representação, como é o caso da Modelagem Matemática, este uso diversificado tende a desenvolver capacidades cognitivas do aluno e contribui fortemente para a aprendizagem. (2009, p.7)

Esse contexto onde o conhecimento matemático se desenvolve recebe várias definições. No entanto, é pertinente definir contexto e optamos pela concepção de Valero (2002) *apud* Santos e Teles (2011, p.3) que postula o “contexto como sendo o conjunto de circunstâncias em torno de um evento.” Consideramos essa concepção a mais adequada tendo em vista o delineamento desta tese que se baseou em Direito e nos *cases*. Em relação aos tipos de contexto, no Capítulo 3 expomos a definição de Skovsmose (2008) e adotamos nesta tese o contexto com referência na realidade, porque o modelo matemático foi baseado em situação que foi vivenciada no cotidiano pelos alunos e muitos casos concretos jurídicos foram analisados durante o Curso de Formação Acadêmica e Profissional.

Entretanto, é salutar expor a classificação de contexto segundo Sadovsky (2007) *apud* Santos e Teles (2011, p.3) que:

Considera duas formas de contextualizar os objetos matemáticos na produção do conhecimento, através do contexto intramatemático, que consiste em situações onde o referencial para reflexão são as propriedades matemáticas. E os contextos **extramatemáticos, situações externas à matemática, que envolvem elementos do cotidiano ou de outras ciências, sendo eles fictícios ou situações reais, respectivamente.**

Assim, o contexto onde se desenvolveu o modelo matemático de relação jurídica também pode ser chamado de extramatemático.

Nesta tese, as atividades de aprendizagem propostas – que configuram situações de aprendizagem – estão incursas na Teoria das Situações Didáticas. Brousseau (1996, p. 49) afirma que “para que seja uma situação de aprendizagem, é necessário que a resposta inicial que o aluno pensa frente à pergunta formulada não seja a que desejamos ensinar-lhe”, ou seja, essa situação de aprendizagem propicia “(...) que ele elabore seus conhecimentos como uma resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar ou os modifique como resposta às exigências do meio e não ao desejo do professor”. Brousseau (1996, p. 49) esclarece que:

A ‘resposta inicial’ só deve permitir ao aluno utilizar uma estratégia de base com a ajuda de seus conhecimentos anteriores; porém, muito rapidamente, esta estratégia deveria se mostrar suficientemente ineficaz para que o aluno se veja obrigado a realizar acomodações – quer dizer, modificações de seu sistema de conhecimentos – para responder à situação proposta.

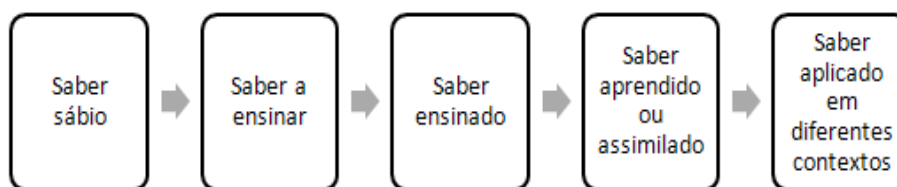
E foi exatamente o que ocorreu com a proposta da modelagem da relação jurídica gerada pela legislação. Cada legislação foi elaborada de uma maneira e gerou determinado modelo matemático. Não se queria ensinar com aquela proposta a modelagem específica e considerada correta e aplicável a toda situação, até mesmo porque as relações jurídicas decorrem do dinamismo das interações sociais bilaterais ou multilaterais. Pode ser, por exemplo, que em uma determinada cidade, a legislação municipal sobre poluição sonora considere certos atributos e noutra cidade, outros atributos sejam importantes, gerando, portanto, modelos matemáticos diferentes e que não estão incorretos, porque as perspectivas, interesses e realidades são diferentes.

Como a situação de aprendizagem está inserida numa situação didática, Brousseau (1986, p. 8) assim a define:

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição.

Em relação às situações didáticas postuladas por Brousseau (op.cit), o saber que as compõe passa por uma série de transformações que Chevallard (1991) denominou de transposição didática.

Lozada (2007) havia proposto com base em ideias de Develay, que a transposição didática era composta por quatro saberes: saber sábio, saber a ensinar, saber ensinado, saber aprendido ou assimilado. Com base nos estudos realizados nesta tese, propomos o acréscimo de mais um saber, o saber aplicado em contextos diferentes (*Savoir appliquée dans différents contextes*), decorrente da TFC. Esse saber aplicado em diferentes contextos, também sofre adaptações conforme o contexto. Assim, apresentamos o seguinte esquema:



Fonte: Elaborado pela autora da tese.

**Fig. 38 – Os saberes e a transposição didática sob o enfoque da TFC segundo Lozada (2013)**

No Curso aplicado nesta tese, alguns saberes foram submetidos ao processo de transposição, como os textos dos autores utilizados no material didático - que consistiam em trechos de dissertação, resumos de livros jurídicos de temática ambiental, reportagens, no entanto, os julgados dos tribunais não sofreram transposição didática, preservamos o texto original dos julgados e sua linguagem jurídica, pois tratavam de casos concretos. No universo jurídico costuma-se citar os julgados *ipsis literis* para não desnaturá-los ou provocar interpretações equivocadas. Por outro lado, trabalhamos com a TFC cujo objetivo é caminhar para domínios mais avançados. Mas, as atividades



relativas aos julgados foram adaptadas, tornando-se mais didatizadas porque os graduandos eram de Engenharia Ambiental e não do Curso de Direito.

## 2.14 A Teoria da Flexibilidade Cognitiva

A missão fundamental da escola já não é a de preparar uma pequena elite para estudos superiores e proporcionar à grande massa os requisitos mínimos para uma inserção rápida no mercado de trabalho. **Pelo contrário, passa a ser a de preparar a totalidade dos jovens para se inserirem de modo criativo, crítico e interveniente numa sociedade cada vez mais complexa, em que a capacidade de descortinar oportunidades, a flexibilidade de raciocínio, a adaptação a novas situações, a persistência e a capacidade de interagir e cooperar são qualidades fundamentais.** (PONTE, 1997, p. 1, grifo nosso)

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva foi desenvolvida pelo professor norte americano Rand Spiro juntamente com Paul Feltovich, Richard Coulson e Daniel K. Anderson no final da década de 80 e tem como foco de interesse os conhecimentos avançados. Tem sido aplicada, sobretudo, em trabalhos que utilizam ambientes hipermídia com ênfase para o uso do hipertexto.

Em 1988, Spiro e colaboradores publicaram o trabalho intitulado “Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in ill-structured domains” durante a 10ª Conferência Anual da Sociedade de Ciência Cognitiva, trabalho que constituiu um marco sobre os demais que vieram a publicar sobre a TFC nos anos seguintes.

A TFC tem raízes em teorias construtivistas, inspirada nos trabalhos de Bruner, Piaget e Ausubel e surgiu como uma resposta às contradições apontadas por Spiro e colaboradores sobre a Teoria dos Esquemas, que atribuía à estrutura cognitiva uma organização rígida com pacotes de conhecimentos armazenados. Para Spiro e colaboradores, a estrutura cognitiva é aberta e adaptável às diversas situações que exigem a reestruturação de vários conhecimentos em diversos contextos.

A TFC aborda o processo ensino - aprendizagem em domínios complexos ou mal estruturados. Enfatiza a importância dos alunos construírem seu próprio conhecimento, desenvolvendo representações próprias e habilidades que facilitassem a transferência de aprendizagem de uma situação para outra. Para concretização de sua teoria Spiro *et al* (1988) propuseram a criação de ambientes de aprendizagem flexíveis e não lineares onde os conteúdos são apresentados de maneiras variadas.

Spiro *et al.* (1988) *apud* Carvalho (1998) consideram três níveis na aquisição dos conhecimentos: conhecimentos de nível introdutório ou de iniciação, de nível avançado e de nível de especialização. Para se chegar aos conhecimentos avançados é necessário passar pelo nível introdutório que pode ter duração mais prolongada, até que o indivíduo alcance certa experiência (SPIRO *et al.*, 1988, 1992, 2003), consiga compreender a estrutura conceitual do conhecimento que está sendo desenvolvido e é neste lapso temporal, que acreditamos que exista o nível intermediário. Neste nível, em nossa visão, as estruturas cognitivas comportam a assimilação, a ancoragem e a acomodação de conceitos iniciais aprendidos.

Carvalho (*op.cit*) comenta que os autores defendem que o nível avançado estaria numa posição intermediária entre o nível introdutório e o de especialização, mas não representaria um nível intermediário. O nível introdutório é importante, pois consiste na apresentação do conteúdo e de uma orientação geral para que o indivíduo consiga interagir com determinado campo de conhecimento, como colocam Spiro *et al* (1988). Os autores (*op.cit*) salientam que o domínio da complexidade e a transferência do conhecimento (conhecimento flexível) ocorrem mais adiante quando há um conhecimento aprofundado do conteúdo.

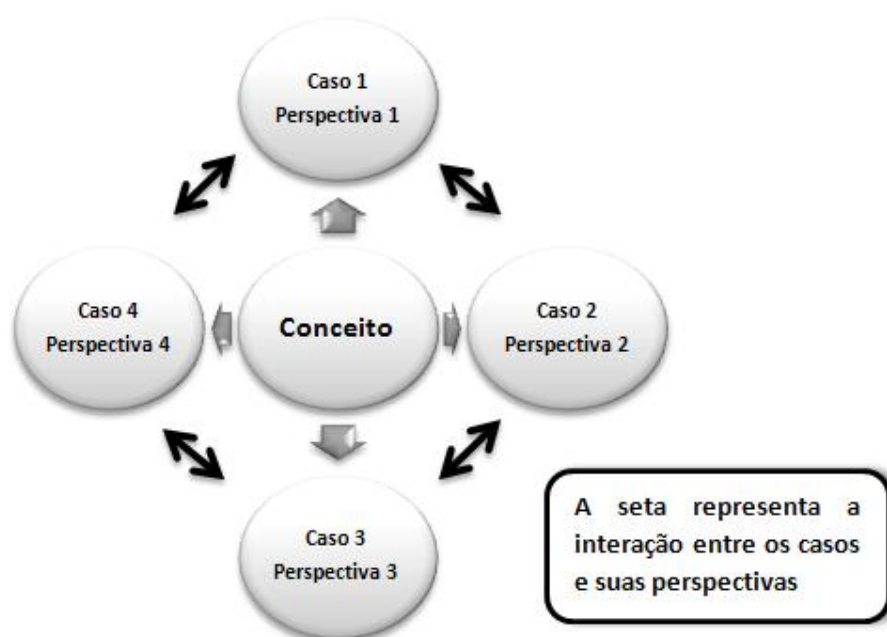
Spiro *et al* (1988) citam como domínios complexos ou mal estruturados a Medicina e a Engenharia. Eles alertam que diversas áreas do conhecimento – como é o caso da Medicina e Engenharia, que foi área do estudo desta tese - não se apresentam de uma forma que os indivíduos possam identificar relações entre si ou apresentam relações irregulares o que configura um domínio denominado de “mal estruturado”.

Em geral, como eles mesmos citam, a maioria dos domínios do mundo real, são mal estruturados, pois exigem grande abstração. Daí, proporem o uso de casos, que apresentam os conceitos sob diversos enfoques nos contextos do mundo real. E partimos dessa premissa ao propormos a análise de *cases* no Curso, que é o foco da pesquisa qualitativa que compõe esta tese, a fim de que os alunos do Curso de Engenharia Ambiental pudessem ampliar seu conceito sobre poluição sonora e suas implicações jurídicas, sociais e biológicas em diversos contextos.

Por domínio complexo ou mal estruturado Spiro *et al* (1988) entendem ser aquele que apresenta duas características: a) cada caso ou exemplo de aplicação do conhecimento compreende tipicamente o envolvimento simultâneo e interativo de

múltiplas estruturas conceituais; b) o padrão de incidência conceitual e interação varia substancialmente através dos casos que são do mesmo tipo.

Nesses domínios, segundo os autores, é recomendável a abordagem do conceito central por meio de diversos casos (denominados de mini – casos) que apresentem as peculiaridades do conceito central e circunstâncias nas quais o conceito central pode aparecer, pois este pode ser muito complexo ou apresentar muitas irregularidades em seu conteúdo que dificultem a sua compreensão. Os casos devem apresentar uma interação entre suas perspectivas de modo que possibilitem o caminho para sua compreensão, como vemos na figura abaixo:



Fonte: Elaborado pela autora da tese

**Fig. 39 – Flexibilidade Cognitiva e o uso dos casos nos domínios mal estruturados**

Os autores (1988, 1992, 2003) esclarecem que os mini casos não apresentam significados pré-especificados, que o significado é fornecido parcialmente e que as semelhanças provocam interações de conteúdos, com as quais o sujeito constrói o conceito e o aplica ao contexto apropriado. Se houver alguma pré-especificação, ela deve ser mínima, como recomendam os autores, para que os alunos desenvolvam uma instância epistemológica que trata o conhecimento de modo substancial e não pré-

especificável em domínios mal estruturados. Para os autores, os hipertextos seriam como “conjuntos montadores” que teriam a finalidade de permitir uma exploração não limitada em algumas estruturas de bases flexíveis, visando tornar o conhecimento uma entidade tridimensional manipulável para o aluno, que lhe fornece ferramentas úteis para a criação e organização de conhecimentos com diversos objetivos. Na aplicação realizada por Spiro e colaboradores (1992) baseada no hipertexto, o ambiente deve proporcionar que o sujeito o explore, por isso, a instrução deve ser organizada em blocos de construção para a montagem do conhecimento, necessário ao pensamento construtivista.

As múltiplas perspectivas nas quais se apresentam os casos são essenciais para a produção de conhecimento transferível, porque permitem que o indivíduo perceba as diferentes formas com que o conhecimento conceitual é combinado e aplicado em contextos reais que em geral, como explicam Spiro *et al* (1988) apresentam uma gama de abstrações. Esses casos permitem fornecer uma múltipla representação do conhecimento. Spiro *et al* (1988, 1992, 2003) explicam que a representação múltipla do conhecimento requer posteriormente uma montagem seletiva das perspectivas representadas integrando-se apropriadamente à situação na qual o conhecimento será transferido.

Na maioria dos domínios do mundo real, de grande alcance as abstrações e os princípios gerais não têm conta suficiente da variabilidade de formas como o conhecimento tem que ser usado. Em vez disso é preciso ter experiência com um grande número de casos para ver como os fatos ocorrem, quais são suas peculiaridades, para ver as diferentes formas que o conhecimento conceitual é combinado e aplicado em contextos reais. Há uma pluralidade de princípios, mostrados nos casos que vão se encadeando e fazendo com que o sujeito perceba a multiplicidade de pontos de vista. Esse aspecto pode ser verificado quando apresentamos os diferentes casos jurídicos que abordavam a poluição sonora durante o Curso, como demonstrado na matriz temática do tópico 3.4 desta tese.

Além do mais, Spiro *et al* (1988, 1992) colocam que a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem sob a ótica da TFC é extremamente relevante, pois envolve a construção do conhecimento e seu significado. Os autores pontuam a necessidade de tornar o conteúdo disponível para que o aluno possa revisitá-lo quando

desejar, pois às vezes, a compreensão de certo conceito ocorre com mais de uma exploração por parte do aluno.

Spiro *et al* (1988) esclarecem que o conhecimento conceitual é essencial, mas em situações do mundo real os conceitos são usados de maneiras diversas, em diferentes tempos, contextos e em diferentes combinações com outros conceitos. Assim, a TFC demonstra que o conceito além de apresentar várias representações do conhecimento, possui usos variáveis em vários contextos. Os autores afirmam que sempre que o sujeito vê uma situação complexa com uma "lente" conceitual diferente ou de uma perspectiva diferente, recursos novos e importantes da situação são revelados e recursos cognitivos são mobilizados e recombinaados.

Empreendem-se assim, novas formas de montagem e aplicação do conhecimento a partir de perspectivas diferentes que fornecem justificativas associadas com evidências extraídas dos fatos dos casos. Essa flexibilidade cognitiva ajuda neste processo de montagem e de justificação. Além disso, como revelam os autores, através da construção de estruturas de conhecimento abertos é possível viabilizar o diálogo interno entre perspectivas alternativas, e os sujeitos tornam-se mais preparados para participar de atividades em grupo - aprendizagem colaborativa -, bem como prepara os indivíduos para saber agir quando estão sozinhos e a pensar por si mesmos.

Spiro *et al* (1988, 1992) acreditam que as falhas nos processos de aprendizagem são decorrentes da simplificação inadequada dos conceitos (a qual denominam de propensão reducente) e da incapacidade de aplicar o conhecimentos em situações novas (falha na transferência de conhecimentos). Os autores citam o exemplo da aprendizagem de partes de entidades complexas em domínios mal estruturados. Ao serem reintegradas em sua origem que é representada por um contexto maior e mantendo-se apenas a visão de suas características isoladas, provoca-se uma compartimentalização e conseqüentemente uma compreensão equivocada ou um bloqueio de aprendizagem que não permite ao indivíduo perceber que há uma interdependência entre as partes. Em domínios bem estruturados, aduzem os autores, que a compartimentalização é eficaz, o que não ocorre em domínios mal estruturados. Os autores esclarecem que essa simplificação aparece não só nas estratégias cognitivas de aprendizagem, mas também nas estratégias de ensino.

Spiro *et al* (2003, tradução nossa) esclarecem que a TFC possui quatro objetivos principais:

- Auxiliar as pessoas a aprenderem um conteúdo importante, mas difícil: a ideia é transformar uma compreensão superficial de conceitos e memorização em uma aprendizagem significativa e aprofundada.
- Preparar as pessoas para aplicarem seus conhecimentos de forma flexível em contextos do mundo real: diz respeito a valorizar a adaptação de conhecimentos e experiências prévias, de modo que o indivíduo apresente uma **resposta criativa adaptável a situações novas**, em detrimento de um roteiro de esquemas mecanizado e pronto que o indivíduo já possui em sua memória.
- Mudança das formas subjacentes de pensamento: refere-se a buscar alterar o conhecimento específico que um indivíduo adquire e suas visões de mundo subjacentes, como as crenças epistemológicas e os hábitos da mente, que um indivíduo emprega quando se aproxima da aquisição e do uso do conhecimento. O tipo de conhecimento que se constrói e a forma com que é implantado dependem das lentes que filtram a visão de mundo. Em geral, segundo os autores, as visões de mundo das pessoas são baseadas em suposições simplistas, tais como respostas simples corretas, componentes de conhecimento compartimentado, conhecimento abstrato e não vinculado a contextos de aplicação, que interferem no desenvolvimento da compreensão complexa e na habilidade de aplicar o conhecimento em uma grande variedade de contextos que o mundo real apresenta. Para lidar com as complexidades, Spiro *et al* (op. cit) afirmam que é preciso ter uma mente aberta, desenvolver a percepção, a sutileza e olhar para a multiplicidade de perspectivas que se apresentam diariamente diante de nós.
- Desenvolvimento de ambientes hipermídia de aprendizagem para a promoção da aprendizagem complexa e aplicação do conhecimento flexível: os autores acreditam que os princípios da TFC são propícios para o design de ambientes computacionais de aprendizagem que possuem organização não linear – em especial o hipertexto - e com perspectivas múltiplas. Certamente, esta colocação dos autores não impede que o professor desenvolva trabalhos baseados na TFC que sejam em ambientes usuais, como a sala de sala e que não utilizem ambientes computacionais, como foi conduzido nesta tese.

Gomes (2007) esclarece que a TFC não é aplicável a todos os níveis de ensino e nem a todos os tipos de conhecimento. Pesquisadores da Universidade de Aveiro em Portugal que desenvolveram o Projeto Didaktos Online baseado na TFC afirmam que “(...) a TFC e os seus princípios de implementação didática não são lineares e de fácil compreensão”, portanto, lançam mão de encontros de formação – presenciais e à distância – para capacitar os usuários para que possam utilizar a ferramenta.

Assim, para proporcionar o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva é necessário que o professor planeje atividades que oportunizem ao aluno olhar sob diversas perspectivas, o que vem de encontro com o pensamento crítico da obra de Ennis (1991, 1993, 1996, 2011) e as inteligências (pensamentos) criativa, analítica e prática dos trabalhos de Sternberg (2005), que veremos adiante.

## CAPÍTULO 3

### A PESQUISA QUALITATIVA: UM CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO SOBRE O CICLO DE MODELAGEM MATEMÁTICA DE RELAÇÕES JURÍDICAS

Neste capítulo apresentamos a pesquisa qualitativa e seus resultados, além de uma visão geral do Ensino de Engenharia Ambiental. Para tanto, utilizamos a concepção da Arquitetura de um Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática baseada nos trabalhos de Carvalho (1998, 2000, 2011), Carvalho *et al* (2003), Carvalho, Pinto e Monteiro (2002) e Sousa (2004), e a elaboração de indicadores de estruturação do pensamento matemático desenvolvidos com base nas teorias de Ennis (1991, 1993, 1996, 2011), Sternberg (1985, 1988, 1993, 2000, 2005) e nos trabalhos de Sternberg *apud* Afonso (2007) durante a modelagem matemática de relações jurídicas para identificar indícios de flexibilidade cognitiva

#### 3.1 O Curso de Engenharia Ambiental no Brasil

Os cursos de Engenharia no Brasil seguem as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia - Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 que estabelecem a organização curricular dos cursos de Engenharia no Brasil e a Resolução nº 2, de 18 de junho de 2007 que estabelece a carga horária mínima dos cursos e seu tempo de integralização<sup>85</sup>.

As DCNs em seu art. 3º caracterizam a formação do engenheiro como sendo uma:

---

<sup>85</sup> No Brasil, os cursos de Engenharia podem ser ofertados na modalidade presencial e à distância, estes ofertados geralmente em polos, com tutoria.



Formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Assim, as DCNs trazem claramente a questão da formação crítica, ética e humanística que se enquadra perfeitamente com enfoque transdisciplinar e na perspectiva sociocrítica da MM relacionada com a Educação Matemática Crítica defendida nesta tese.

O art 4º por sua vez estabelece as competências e habilidades a serem desenvolvidas durante a formação do engenheiro:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- V - identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;
- VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia;
- XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Dentre as competências e habilidades, destacamos aquelas expostas nos itens I, V, VII, IX, X, XI e XIII que estão diretamente relacionadas à Engenharia Ambiental e que procuramos focar na elaboração do Curso relatado nesta tese.

Os primeiros cursos de Engenharia Ambiental no Brasil foram criados na década de 90<sup>86</sup>. São denominados de Engenharia Ambiental e Sanitária pelos Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura (BRASIL, MEC, 2010) e sua carga horária mínima é de 3600 horas e limite mínimo de integralização de 5 anos. O papel do engenheiro ambiental contempla uma formação bastante abrangente e multidisciplinar. Segundo os RCNs:

---

<sup>86</sup> A área de Engenharia Ambiental no Brasil foi criada pela Portaria n. 1693 de 5 de dezembro de 1994.

O engenheiro ambiental é um profissional de formação generalista, que atua no Planejamento, na Gestão Ambiental e na Engenharia e Tecnologia Ambiental. Atua nos aspectos do relacionamento Homem - Meio Ambiente e seus efeitos na cultura, no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida. Coordena e supervisiona equipes de trabalho, realiza estudos de viabilidade técnico-econômica, executa e fiscaliza obras e serviços técnicos; e efetua vistorias, perícias e avaliações, emitindo laudos e pareceres. Em suas atividades, considera a ética, a segurança, a legislação e os impactos ambientais. (BRASIL, 2010, p.35)

As RCNs prezam pela competência técnica, uma vez que a atuação do Engenheiro Ambiental requer a realização de vistorias, perícias e avaliações, daí o foco na formação profissional ser de suma importância. Dentre os conteúdos profissionalizantes previstos nas RCNs, estão Modelagem Ambiental e Legislação e Direito Ambiental, as quais estão intimamente relacionadas com os elementos basilares da pesquisa que efetivamos, que são a MM de relações jurídicas e a abordagem da Legislação e Direito Ambiental no Curso de Formação Acadêmica e Profissional. Por este motivo, ao planejarmos o Curso onde a pesquisa qualitativa desta tese foi realizada, priorizamos a formação profissional.

A Resolução n. 447 de 22 de setembro de 2000, do CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - regulamentou o registro profissional do Engenheiro Ambiental por meio dos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA). Esta resolução referindo-se à Resolução n. 218 de 29 de junho de 1973, especifica as atividades a serem desempenhadas pelo Engenheiro Ambiental (de 1 a 14 e 18):

- Atividade 01 – Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- Atividade 02 – Estudo, planejamento, projeto e especificação;
- Atividade 03 – Estudo de viabilidade técnico-econômica;
- Atividade 04 – Assistência, assessoria e consultoria;
- Atividade 05 – Direção de obra e serviço técnico;
- Atividade 06 – Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- Atividade 07 – Desempenho de cargo e função técnica;
- Atividade 08 – Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica, extensão;
- Atividade 09 – Elaboração de orçamento;
- Atividade 10 – Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Atividade 11 – Execução de obra e serviço técnico;
- Atividade 12 – Fiscalização de obra e serviço técnico;
- Atividade 13 – Produção técnica e especializada;
- Atividade 14 – Condução de trabalho técnico;
- Atividade 18 – Execução de desenho técnico;

Em relação ao mercado de trabalho, para o Engenheiro Ambiental é bastante vasto. No setor privado, por exemplo, o Engenheiro Ambiental poderá atuar em empresas de consultoria e auditoria ambiental. Na construção civil, poderá atuar nas construtoras em processos de licenciamento ambiental, gerenciamento de resíduos das obras, obtenção do selo verde. Já no setor público, há vagas em órgãos do meio ambiente, empresas responsáveis pelo tratamento de esgoto, de gestão de recursos hídricos, órgãos de fiscalização ambiental, como o IBAMA, entre outras.

Para que os alunos tivessem uma visão da atuação do Engenheiro Ambiental no mercado de trabalho, convidamos dois profissionais - um que trabalha no setor privado e outro que trabalha em um órgão público - para ministrar palestras no Curso onde realizamos a pesquisa desta tese. Após as palestras, os alunos expressaram que seria importante que a IES promovesse palestras daquele tipo, pois assim poderiam ter uma ideia maior do campo de atuação da Engenharia Ambiental, perspectivas profissionais de carreira e salário. As palestras serviram também para que os alunos verificassem se tinham afinidade com a área. Em decorrência disso, no final do Curso de Formação Acadêmica e Profissional, dois alunos fizeram a transferência para outros cursos de graduação – um deles para Engenharia Mecatrônica e o outro para Publicidade e Propaganda.

Ao longo do Curso de Formação Acadêmica e Profissional, dois alunos desistiram do Curso de Engenharia Ambiental, um deles alegou que estava com dificuldades nas disciplinas que envolviam conteúdos matemáticos e o outro afirmou que suas atividades profissionais estavam tomando muito tempo, o que estava prejudicando sua dedicação à graduação.

### **3.1.1 O desempenho dos alunos de Engenharia Ambiental no Enade**

Desde a década de 90, o Ministério da Educação vem organizando avaliações para aferir a qualidade dos cursos superiores ofertados no país. Iniciou-se com o Provão (Exame Nacional de Cursos) criado em 1996 e substituído pelo ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes) em 2004, ano em que se criou o SINAES (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior). O INEP (2007, p. 1) assim define o ENADE:

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) é um exame em larga escala composto por questões referentes à formação geral e específica, elaborada com o objetivo de aferir as habilidades acadêmicas e as competências profissionais desenvolvidas pelos seus estudantes ingressantes e concluintes das Instituições de Educação Superior (IES), bem como colher informações relativas às características socioeconômicas a respeito dos estudantes selecionados através de procedimentos de amostragem.

A periodicidade máxima para aplicação do Enade<sup>87</sup> é trienal. A legislação que regula o ENADE é Lei n.10.861, de 14 de abril de 2004, a Normativa nº. 40/2007 e as portarias expedidas no ano em que o exame se realiza, como as que foram expedidas em 2012: Portaria Normativa nº 6, de 14 de março de 2012 (define os cursos a serem avaliados e traz orientações gerais) e a Portaria Normativa n. 13 de 27 de junho de 2012 (alterou a data de realização do exame para 25 de novembro de 2012). A organização do exame é de responsabilidade do INEP.

O desempenho dos alunos no ENADE tem afetado de modo significativo o CPC (Conceito Preliminar de Curso), embora outros indicadores componham o modelo matemático utilizado para o cálculo do CPC (Portaria n. 821/2009). O CPC é composto pela nota de ingressantes e concluintes - 15% para cada um; IDD - Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado compõe 30% da nota e revela o conhecimento adquirido pelo aluno durante o curso, e outros insumos como 20% - proporção de professores com Doutorado; 5% - proporção de professores com Mestrado; 5% - regime de trabalho dos professores (dedicação parcial ou integral); 5% - boa infraestrutura, de acordo com a opinião dos alunos; 5% - boa organização didático-pedagógica.

Ainda são consideradas as notas do questionário socioeconômico do Enade que são respondidas pelos alunos e que corresponde a 10% e as informações do Censo da Educação Superior, do Cadastro Nacional de Docentes (CND) que corresponde a 30% . No fim, a nota do CPC é de certa forma determinada em 70% pelos alunos.

Há no questionário uma seção destinada à impressão que os alunos tiveram da prova, se acharam as questões da parte geral e específica difíceis (numa escala de muito fácil, fácil, médio, difícil e muito difícil), se a prova estava muito extensa, se os

---

<sup>87</sup> Há cursos que não recebem conceito – SC (sem conceito). Isso ocorre quando não há alunos, seja ingressantes ou concluintes – realizando a prova. Se o SC aparecer no IDD, isso implica que há menos de 11 ingressantes, menos de 11 concluintes como participantes ou houve boicote à realização do exame.

enunciados das questões estavam claros, se o aluno estudou a maioria ou parte dos conteúdos, ou se não estudou os conteúdos e se houve dificuldade por parte do aluno para responder a prova. É interessante a IES e a Coordenação do Curso observarem as respostas dessa seção do questionário para detectar se os alunos têm dificuldades de leitura e interpretação de enunciados de questões, se os conteúdos estão sendo desenvolvidos, enfim, avaliar como o Curso está sendo conduzindo e se necessário for, reformulá-lo promovendo discussões no Núcleo Docente Estruturante (NDE).

O questionário ainda perguntava sobre o ambiente de ensino-aprendizagem, a organização do curso, o currículo e sobre a atividade docente. Duas questões merecem destaque no Enade 2008 do Curso de Engenharia Ambiental:

a) Avaliação do currículo do curso:

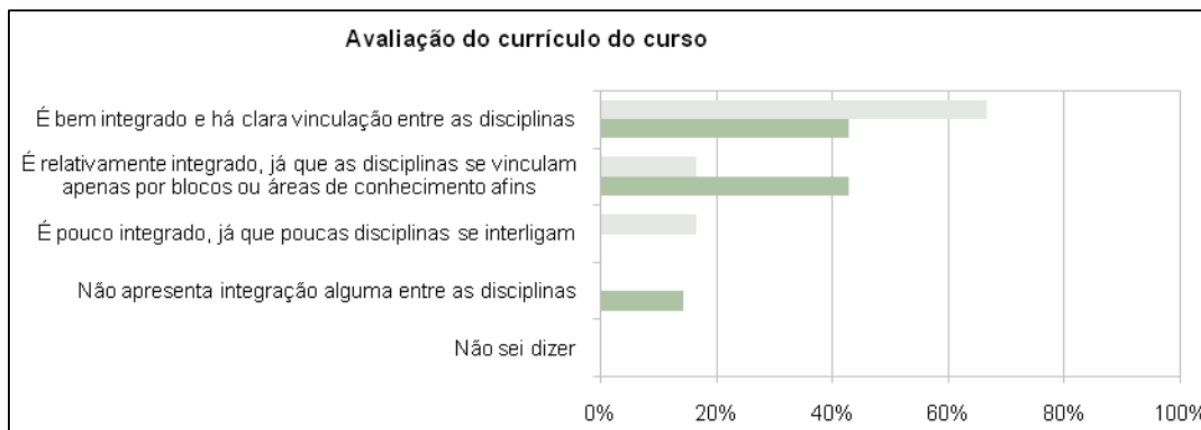
- É bem integrado e há clara vinculação entre as disciplinas.
- É relativamente integrado, já que as disciplinas se vinculam apenas por blocos ou áreas de conhecimentos afins.
- É pouco integrado, já que poucas disciplinas se interligam.
- Não apresenta integração alguma entre as disciplinas.
- Não sei dizer.

b) Principal contribuição do curso:

- A obtenção de diploma de nível superior.
- A aquisição de cultura geral
- A aquisição de formação profissional.
- A aquisição de formação teórica.
- Melhores perspectivas de ganhos materiais

Comparando o relatório de duas instituições que encontravam-se disponíveis na página das IES – uma pública e outra privada – e que realizaram o exame em 2008, focamos na análise das duas questões anteriormente destacadas e concluímos o seguinte: para a IES pública na questão *a* cerca de 40% dos concluintes assinalaram a

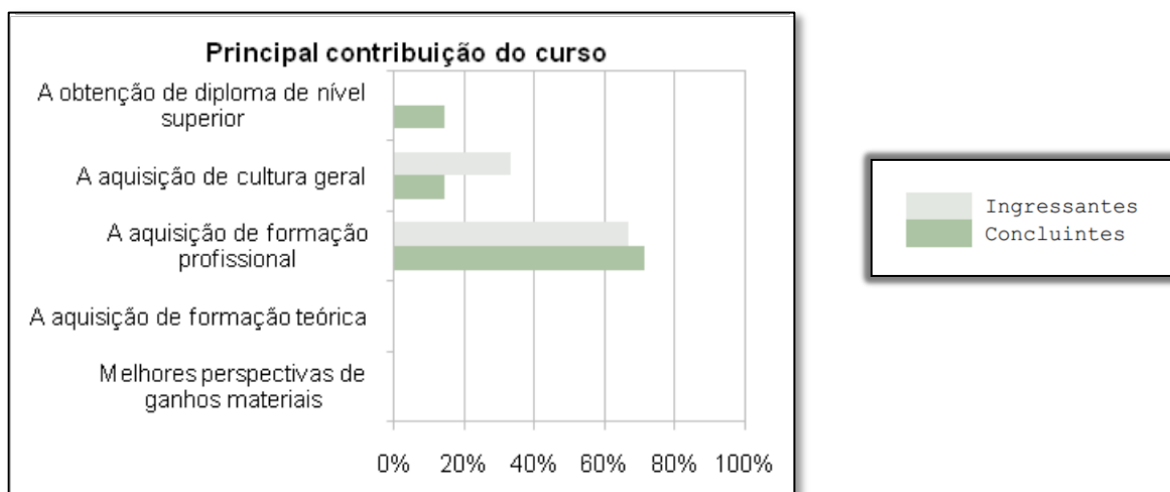
primeira alternativa e mais de 60% dos ingressantes também assinalaram esta alternativa, o que demonstra que o currículo está adequado.



Fonte: UFOP Enade (BRASIL, INEP, 2008, p.17)

**Fig.40- Avaliação do Curso de Engenharia Ambiental**

Para a segunda questão em destaque, mais de 60% dos ingressantes e concluintes assinalaram a terceira alternativa, o que demonstra que a questão profissional ainda figura entre as preocupações dos graduandos, daí uma das razões pelas quais propomos o Curso que é foco de análise desta tese. Esta IES apresentou nota 4 (Enade), 5 (IDD) e 4 (CPC) para o Curso de Engenharia Ambiental.



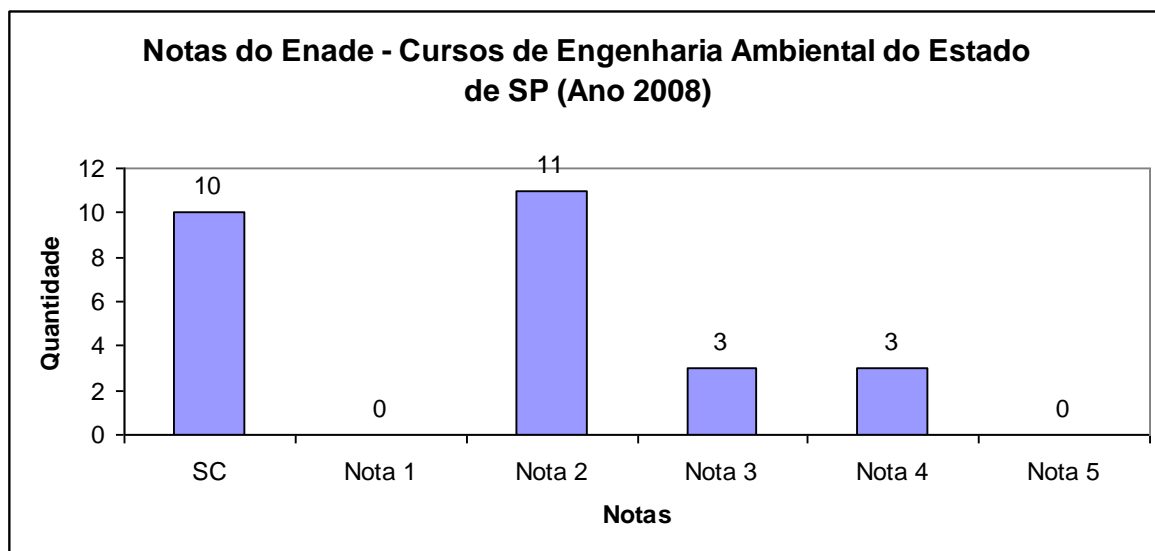
Fonte: UFOP Enade (BRASIL, INEP, 2008, p.17)

**Fig.41- Principal contribuição do Curso**

A nota do CPC obedece a uma escala de valores de 1 a 5, constitui elemento de referência nos processos de avaliação para subsidiar a renovação de reconhecimento dos cursos de graduação: os cursos que tiverem conceito preliminar 1 ou 2 serão avaliados *in loco* por dois avaliadores ao longo de dois dias. Os cursos com conceito 3 e 4 receberão visitas apenas se solicitarem. Os cursos que obtiveram conceito preliminar 5 e que tenham processos nos sistemas eletrônicos do MEC serão encaminhados à Secretaria competente, para exibição da Portaria de renovação de reconhecimento.

A prova aplicada para os ingressantes é a mesma aplicada para os concluintes<sup>88</sup> e no exame mais recente de 2008 para os Cursos de Engenharia Ambiental, de Minas, de Petróleo e Industrial, era composta por questões de formação geral (múltipla escolha – 60% e discursiva 40%) e de conteúdo específico (questões de múltipla escolha – 85% e discursiva 15%)

A seguir expomos uma análise do desempenho dos alunos do Curso de Engenharia. Os 3 cursos que obtiveram nota 4 no Enade de 2008, são de instituições públicas estaduais. Para nota 3, há 2 instituições privadas e uma pública municipal. Entre as que ficaram com nota 2, 8 são privadas e 3 são municipais. Para conceito SC, há 9 privadas e uma federal.

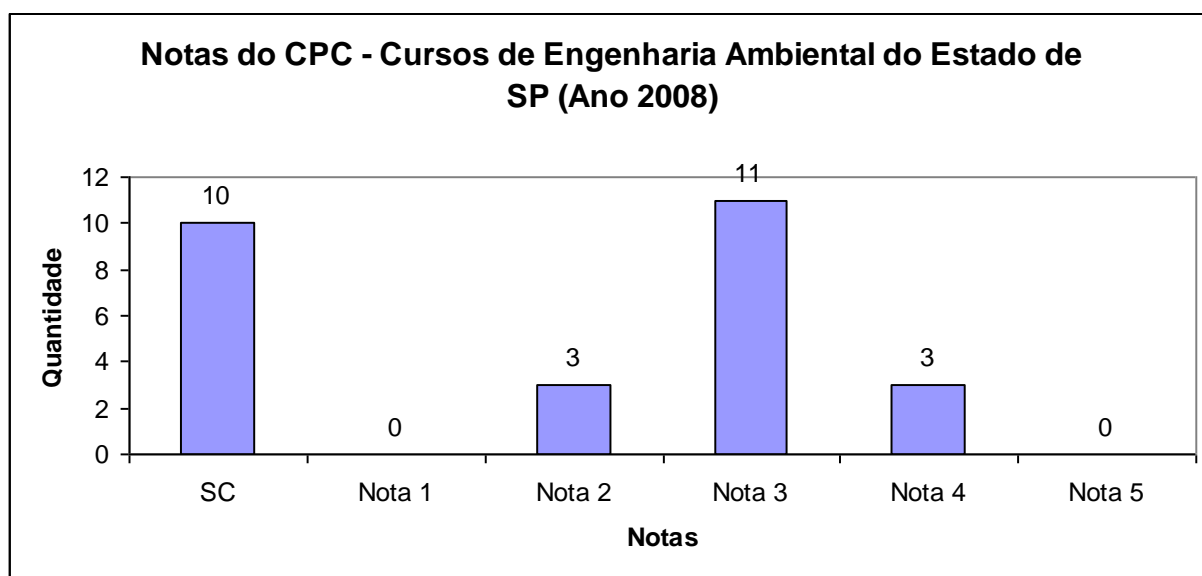


Fonte: ENADE – GRUPO VII (BRASIL, INEP, 2008). Elaborado pela autora da tese.

**Fig.42 – Notas do ENADE - Engenharia Ambiental**

<sup>88</sup> Em 2013, somente os estudantes concluintes participaram da prova do ENADE que foi aplicada em 24/11/2013.

Em relação ao CPC, 3 instituições estaduais alcançaram nota 4. Com nota 3 ficaram 7 instituições privadas e 3 municipais. Já com nota 2, foram 3 instituições privadas. Sem conceito, dentre as 10, temos 8 privadas, uma municipal e uma federal. Embora a adesão ao ENADE tenha crescido nos últimos anos, ainda há instituições nos quais os alunos boicotam o exame. Ressaltamos ainda, que segundo disposição legal, as instituições públicas estaduais e municipais não tem obrigatoriedade de participar do ENADE. Em agosto de 2013<sup>89</sup>, foi assinado um acordo de cooperação técnica com duração de três anos entre o Ministério da Educação (MEC), o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e a Universidade de São Paulo (USP), para que a USP participe do ENADE. Em princípio, será em caráter experimental e a adesão dos alunos será voluntária.



Fonte: ENADE – GRUPO VII (BRASIL, INEP, 2008). Elaborado pela autora da tese.

**Fig.43 – Notas do CPC - Engenharia Ambiental**

Os cursos de Engenharia foram avaliados em 2005, 2008 e 2011 e seus resultados servem para que as instituições melhorem a qualidade do ensino, e isso

<sup>89</sup> Informação disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18954:usp-firma-acordo-para-participacao-no-enade-nos-proximos-tres-anos&catid=212](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=18954:usp-firma-acordo-para-participacao-no-enade-nos-proximos-tres-anos&catid=212). Acesso em: 2 nov. 2013.



implica numa série de mudanças que vão desde a gestão acadêmica até a organização didático-pedagógica, além da conscientização dos alunos acerca da aquisição e construção de conhecimentos e não meramente um diploma, o que certamente se refletirá no mercado de trabalho com profissionais mais capacitados.

### **3.2 Caracterização do contexto de investigação**

A pesquisa relatada nesta foi realizada em uma Instituição de Ensino Superior Privada localizada no município de São Paulo. A IES possui cursos de bacharelado e tecnologia em diversas áreas, além de cursos de Especialização e Mestrado, contabilizando cerca de 50 mil alunos matriculados no ano da coleta de dados para esta pesquisa. Possui vários *campi* em diversas regiões do município de São Paulo, sendo que as vagas destinadas aos cursos de Engenharia concentravam-se apenas em dois Campi<sup>90</sup> em 2011.

A IES dispõe de cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção Mecânica, Engenharia de Petróleo e Gás, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Civil e Engenharia Ambiental ofertados nos períodos matutino e noturno. O curso que foi o foco desta pesquisa é denominado de Engenharia Ambiental<sup>91</sup> e Sanitária e realizou seu primeiro processo seletivo em janeiro de 2011, portanto encontra-se até o presente momento apenas autorizado por Portaria do MEC e, portanto ainda não está reconhecido. Os participantes da pesquisa ingressaram no curso em agosto de 2011.

Dentre os cursos de Engenharia ofertados pela IES, o mais procurado e com mais alunos matriculados e turmas formadas é o de Engenharia Civil, em virtude do crescimento da área de construção civil no Brasil. A procura pelo curso de Engenharia Ambiental se concentra no período noturno que tem comportado em médias duas turmas ingressantes. A IES possui laboratórios de Física, Química, Biologia, relacionados às disciplinas básicas da grade curricular do Curso de Engenharia Ambiental, mas ainda não possui laboratórios específicos para a área, havendo a previsão de construção. Os docentes que tem atuado no curso são em sua maioria

---

<sup>90</sup> Em 2013, os cursos de Engenharia estavam distribuídos em 3 campi.

<sup>91</sup> Para facilitar a redação denominaremos o curso de Engenharia Ambiental.

mestres e doutores. Não tivemos acesso ao Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Engenharia Ambiental. Foram fornecidos apenas o Plano de Ensino e a grade curricular do Curso de Engenharia Ambiental, que se encontra no Anexo A.

### 3.3 Caracterização dos sujeitos de pesquisa

Os sujeitos participantes da pesquisa são bacharelandos do Curso de Engenharia Ambiental, regularmente matriculados no 1º semestre do período noturno de uma Instituição de Ensino Superior Privada localizada no município de São Paulo (SP). Por questões éticas, os nomes dos participantes e da Instituição de Ensino foram resguardados<sup>92</sup>. Os sujeitos da pesquisa foram identificados pela nomenclatura *Aluno 1 (A<sub>1</sub>)*, *Aluno 2 (A<sub>2</sub>)*, e assim por diante. A participação foi voluntária e está pautada pelo TLCE, cujo modelo encontra-se na seção dos Apêndices. A pesquisa desenvolveu-se ao longo de um Curso de Formação Acadêmica e Profissional ofertado durante o mês de outubro e novembro de 2011 nas dependências da IES, como descreveremos mais adiante.

A turma era composta por 20 alunos e partimos da perspectiva de convite proposta por Barbosa (2001). Somente 18 alunos se inscreveram para o curso<sup>93</sup>. Os dois alunos que não se inscreveram alegaram que não o fizeram porque o curso era ofertado na pré – aula e não conseguiriam chegar a tempo.

Com a finalidade de identificar o perfil dos alunos, suas percepções iniciais acerca do Curso de Engenharia Ambiental e da Modelagem Matemática, um questionário *a priori* constituído por questões abertas e de múltipla escolha foi respondido pelos participantes antes do início do Curso. Seguem abaixo as respostas e a respectiva análise.

A questão 1 envolvia a identificação da faixa etária do grupo de alunos pesquisado. Pelas respostas identificamos que o grupo é formado preponderantemente por indivíduos que estão na faixa etária dos 19 aos 25 anos (9 alunos), caracterizando perfeitamente a faixa etária que comumente ingressa atualmente no Ensino Superior.

---

<sup>92</sup> A pesquisa foi devidamente autorizada pelos Coordenadores do Curso de Engenharia Ambiental.

<sup>93</sup> A opção pela aplicação em uma turma apenas ocorreu em virtude da IES autorizar somente para uma turma e pelo orçamento destinado para o curso que foi custeado pela autora desta tese, sem apoio financeiro ou de patrocinador.

São em geral egressos do Ensino Médio, jovens adultos e fazem parte da chamada geração Y. Cinco alunos estão na faixa etária dos 25 a 30 anos, 3 alunos encontram-se entre 30 a 35 anos e apenas 1 está na faixa de mais de 35 anos.

Para a questão 2, constatamos que a maioria dos alunos (10 alunos) cursaram o Ensino Fundamental em instituição particular. Mas, a diferença em relação aos que cursaram instituição pública é mínima, apenas de 2 alunos. Oito alunos cursaram o Ensino Fundamental em instituição pública.

Na questão 3, os dados recebem a mesma análise da questão anterior: 8 alunos afirmaram que cursaram o EM na rede pública e 10 alunos afirmaram que cursaram na rede particular. Contudo, não se pode afirmar que os mesmos alunos que cursaram o EF na instituição particular, permaneceram neste tipo de instituição ao ingressarem no EM, sendo válido também para aqueles que cursaram o EF na instituição pública. Ocorre às vezes, uma inversão: alguns cursam o EF na instituição particular e no EM optam pela rede pública de ensino e vice-versa.

A quarta questão era relativa ao Ensino Técnico. As respostas apontam que a opção pelo Ensino Técnico foi baixa: dos 18 alunos apenas 4 cursaram o Ensino Técnico. Essa constatação pode ser feita pelos programas federais que nos últimos dois anos têm incentivado o ingresso dos jovens no Ensino Técnico e aumentado o investimento nas escolas técnicas federais - hoje denominadas de Institutos Federais de Educação que também possuem cursos superiores - , com o aumento do número de vagas e concursos para provimento de cargos docentes e técnicos administrativos. Em outubro de 2011, por meio da Lei n. 12.513, foi criado o Pronatec - Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego, com o objetivo de ampliar a oferta de educação profissional e tecnológica no país. O acesso ao Ensino Técnico é importante, pois oportuniza uma formação profissional e chances de ocupar uma vaga no mercado de trabalho.

Àqueles que optaram pela alternativa *a* solicitou-se que especificassem o curso: 2 cursaram *Tecnologia em Processamento de Dados* e os outros dois cursaram *Tecnologia em Segurança do Trabalho*. Recente levantamento realizado pelo Departamento de Engenharia da IES onde esta pesquisa foi efetuada, averiguou-se que há um número expressivo de técnicos em Segurança do Trabalho e Tecnólogos em Gestão Ambiental matriculados no Curso de Engenharia Ambiental.

Para a questão 5 que indagava se o aluno já havia cursado outra graduação, restou constatado que 7 alunos haviam cursado. Para a pequena amostra desta pesquisa, este número é bastante expressivo e teve um reflexo nas condutas e posturas dos alunos ao longo das aulas, bem como nos assuntos pertinentes à melhoria do curso de graduação, apresentando-se criticamente frente às demandas acadêmicas. Das respostas, verificou-se que 2 cursaram *Tecnologia em Gestão Ambiental*, 2 cursaram *Ciências Biológicas*, um deles cursou *Tecnologia Oftálmica*, um cursou *Hotelaria* e outro cursou *Administração*.

A questão 6, questionava acerca da atuação na área de gestão ambiental. Pelas respostas ficou evidente que poucos atuam e/ou atuaram na área de gestão ambiental: dos 18 alunos, apenas 4 afirmaram que atuam e/ou atuaram profissionalmente na área de gestão ambiental. É bem comum no 1º semestre de graduação poucos alunos estarem inseridos na área que escolheram o Curso, pois ainda são iniciantes e a maioria das empresas contratam pessoas com experiência ou admitem estagiários a partir de semestres mais avançados.

A questão 7 se referia ao ramo e/ou tipo de atividades profissionais exercidas pelo entrevistado atualmente. As respostas demonstram um panorama bastante diversificado das atividades profissionais exercidas pelos participantes da pesquisa. Apenas 2 estão incursos em contexto cujas peculiaridades cercam à área de Engenharia Ambiental. Vejamos as respostas:  $A_1$  - Recursos Humanos;  $A_2$  - Varejo;  $A_3$  - Esportes;  $A_4$  - Recuperação de área degradada, projetos socioambientais e Educação Ambiental;  $A_5$  - Gestão Hospitalar;  $A_6$  - Gestão de contratos;  $A_7$  - Atendente;  $A_8$  - Portaria;  $A_9$  - Segurança do Trabalho;  $A_{10}$  - Projetos;  $A_{11}$  - Direito Ambiental;  $A_{12}$  - Segurança do Trabalho;  $A_{13}$  - Setor Administrativo de um Escritório de Advocacia;  $A_{14}$  - Empresa Ferroviária;  $A_{15}$  - Vendas;  $A_{16}$  - Setor Administrativo;  $A_{17}$  - No momento não exerce atividades profissionais;  $A_{18}$  - Mapeamento de postes.

A questão 8 versava sobre a interdisciplinaridade e colocava a seguinte pergunta: “Você consegue enxergar as conexões entre a Matemática e o Direito?” As respostas revelaram que a maioria dos alunos (14 alunos) consegue perceber as conexões entre a Matemática e o Direito. Esta percepção pode ser fruto de informações veiculadas pela mídia (jornal, TV, rádio, internet) sobre casos que envolvem ramos do Direito, nos quais a relação com a Matemática fica bem mais evidente, como no caso do

Direito Trabalhista com os cálculos trabalhistas, do Direito Tributário com o pagamento de impostos, do Direito Penal com o cálculo das penas, do Direito Civil com o pagamento de indenizações, etc.

A questão 9 indagava se os alunos já tinham ouvido falar das aplicações da Modelagem Matemática na Engenharia Ambiental. Pelas respostas, pudemos constatar que a maioria dos alunos (11 deles) desconhece as aplicações da MM na Engenharia Ambiental. Embora a diferença entre o número de alunos que optaram pela alternativa *a* (7 alunos afirmaram que sim) e aqueles que optaram pela alternativa *b* sejam mínimas, e considerando-se o tamanho amostra, é preocupante esse desconhecimento, pois a modelagem matemática é constantemente aplicada em Engenharia Ambiental, como por exemplo, em modelos sobre cálculo dos impactos de resíduos sólidos lançados por empresas em área de mananciais.

Muitos alunos não fazem ideia de como seja de fato a área de Engenharia Ambiental e a atuação do Engenheiro Ambiental. Muitos apresentam uma visão simplista, em geral relacionando-a às questões ligadas à proteção do Meio Ambiente e à Sustentabilidade e esquecendo-se do amplo alcance que esta área possui. Daí, muitos alunos ao ingressarem no Curso trazerem uma ideia equivocada de que o Curso de Engenharia Ambiental tenha apenas disciplinas voltadas para Ciências da Natureza como Ecologia, Biologia, Meio Ambiente, Sustentabilidade, esquecendo-se de que há disciplinas que envolvem diversos ramos da Matemática e que inclusive trazem a modelagem de diversas situações. Assim, é necessário demonstrar aos alunos de Engenharia Ambiental a importância da MM e seu papel em diversos momentos do exercício profissional.

A décima questão solicitava que os alunos citassem os motivos pelos quais escolheram cursar Engenharia Ambiental. Vejamos as respostas dos alunos transcritas a seguir:

*A<sub>1</sub>: Sou formado em Tecnologia Oftálmica pela Unifesp, trabalho na área administrativa de um hospital e precisa de um curso que ampliasse as áreas em que posso atuar, hoje restritas à hospitalar. Pensei em Administração ou Engenharia. Optei por Engenharia devido à afinidade com Exatas. Optei pela Ambiental devido ao interesse e preocupação com Meio Ambiente.*

*A<sub>2</sub>: Escolhi cursar Engenharia Ambiental porque por ser um ramo novo e por saber que mexe com meio ambiente, resolvi seguir este curso.*

*A<sub>3</sub>: Escolhi pelo fato que a Engenharia Ambiental está relacionada com tudo. Difícil pensarmos em qualidade de vida sem pensarmos em nosso ambiente. Quero contribuir de alguma forma para tornar nosso meio ambiente melhor para as futuras gerações.*

*A<sub>4</sub>: Já cursei graduação em Administração, e sabemos que o futuro será de projetos, negócios que unam ganho de capital e consciência ambiental. Se os dois conceitos não andarem juntos, boa parte dos negócios não irão dar certo. Por esse motivo e também pela consciência, que poderei ajudar o meio ambiente em que vivemos é que escolhi Engenharia Ambiental.*

*A<sub>5</sub>: É uma área em crescimento no mercado; um interesse no meio ambiente; falta de profissionais no ramo; reconhecimento; futuro.*

*A<sub>6</sub>: Por ter interesse em uma área técnica e que envolva questões de sustentabilidade e demais assuntos voltados ao meio ambiente.*

*A<sub>7</sub>: Pela ampliação do conhecimento e a oportunidade de conhecer algo novo dentro da área profissional que desejo, para melhoria de minha qualificação profissional.*

*A<sub>8</sub>: Queria especificar/especializar ainda mais na área ambiental visto que minha primeira graduação também é nesta área.*

*A<sub>9</sub>: Escolhi o curso de Engenharia Ambiental porque estudei no Senac, quando cursava Segurança do Trabalho e a partir daí fiquei interessada pelo curso.*

*A<sub>10</sub>: Além de ser um curso extremamente novo e carente de profissionais na área, possuo um projeto particular de diversas aplicações em sustentabilidade com desenvolvimento e necessito dos conhecimentos do curso Engenharia Ambiental.*

A<sub>11</sub>: *Sou auxiliar jurídico na área ambiental; por ser uma administradora de fazendas, é um curso que interessa à empresa. É um curso que agrega matérias e assuntos que me interessam também, como respeito à Natureza e penso que nesse ramo posso alcançar realização pessoal e ajudar a despertar a consciência pelo uso inteligente de recursos naturais.*

A<sub>12</sub>: *Entender a parte técnica envolvida na área ambiental para poder avaliar os impactos ocasionados pelas construções e empreendimentos com um conhecimento mais aprofundado.*

A<sub>13</sub>: *Escolhi o curso de Engenharia Ambiental pelo fato de já ser formado em tecnologia e sentir a necessidade de um conhecimento mais aprofundado para poder ter atribuições mais complexas. Tenho a ciência da necessidade da interação do homem com o meio para cuidar dos problemas gerados pela má gestão no local onde vivemos, mitigando os impactos negativos.*

A<sub>14</sub>: *Acredito que é uma profissão do futuro.*

A<sub>15</sub>: *A ligação entre o curso técnico e a área ambiental foi o principal motivo de ter escolhido o curso de Engenharia Ambiental; porém, além disso, foi o interesse contínuo pela preservação do local onde vivemos.*

A<sub>16</sub>: *Pelo interesse no meio ambiente; por ser um curso do futuro.*

A<sub>17</sub>: *Por sempre ter vontade de cursar Engenharia e por gostar muito do meio ambiente e é uma área que vai crescer muito e é muito utilizada.*

A<sub>18</sub>: *Por ter uma área de trabalho bem ampla e por ter uma ligação muito forte com a Natureza.*

Pelas respostas percebe-se que a escolha pelo Curso de Engenharia Ambiental em geral está relacionado às oportunidades profissionais promissoras deste ramo emergente e também relacionada com questões sobre a consciência da preservação do Meio Ambiente para as gerações futuras. Apesar das crescentes agressões que o Planeta Terra tem sofrido e da expansão econômica gerar competitividade na busca de novos mercados e conseqüentemente a geração de capital, a questão ambiental ainda sensibiliza o homem, demonstrando que apesar de toda evolução tecnológica não estamos alheios ao mundo natural que nos cerca. Essa consciência é importante não só para preservação do Ecossistema, mas da própria espécie humana, como nos lembra D'Ambrósio (2012) quando fala sobre sobrevivência e transcendência.

### **3.4 Escolhas didáticas: o tema norteador do Curso de Formação Profissional e Acadêmica e o material instrucional**

O tema norteador eleito para compor as atividades do Curso de Formação Acadêmica e Profissional foi poluição sonora (RICARDO, 2011), por ser abrangente e permitir a conexão com diversas áreas do conhecimento dentro do âmbito do Direito Ambiental. A trajetória da escolha deste ramo do Direito foi relatada no Capítulo 1. Nomeamos o curso de Curso de Formação Acadêmica e Profissional “A interface entre a Engenharia e o Meio Ambiente”.

Após a escolha do tema norteador, definimos os tipos de atividades e a abordagem que comporiam o Módulo 1 denominado de “Princípios Basilares do Direito Ambiental”. O tema norteador estabeleceria relações básicas entre as seguintes áreas do conhecimento: Matemática, Direito e Física, por meio das “Conexões” e também com questões que se assemelhassem às questões do Enade, pois atualmente os cursos de graduação tem apresentado um desempenho aquém do esperado no Enade. No entanto, havia outras relações com outras áreas do conhecimento que não estavam explícitas, mas que citamos no quadro 5 desta tese.

Os tópicos contidos na apostila do material instrucional estão explicitados na descrição das aulas. Como o curso estava voltado para a formação acadêmica e profissional não poderia conter aqueles aspectos mais didatizados presentes em um



curso de formação de professores, por exemplo. Sendo assim, houve um limite em relação à explicitação dos contornos pedagógicos.

O Curso tinha um aspecto voltado para o lado profissional e exigia tal abordagem e para tanto, a apostila continha boxes com dicas profissionais. Em relação ao conteúdo jurídico, elegemos autores que escrevem em sinopses jurídicas, pois a abordagem é mais concisa e direta, com leitura de fácil compreensão, uma vez que trata-se de bacharelados em Engenharia Ambiental e não de bacharelados em Direito. Houve também um cuidado na transposição didática dos conteúdos jurídicos presentes na formulação das atividades. Embora os “cases” tivessem sido integralmente reproduzidos nas atividades e tarefas, as questões relacionadas a eles, privilegiaram aspectos de leitura e interpretação, visando buscar uma compreensão do caso e de que forma o tema norteador se situava naquele contexto. Não se pediu para que os alunos assumissem uma “capacidade postulatória” que é típica da advocacia, porque esta não era a finalidade das questões propostas.

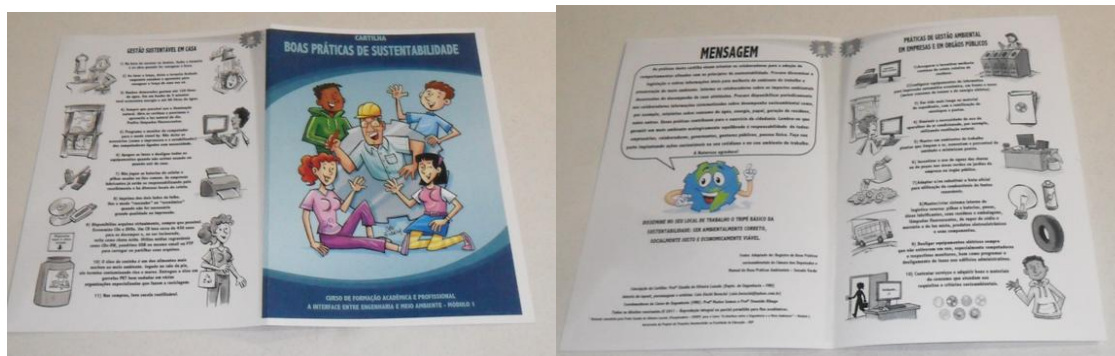


**Fig.44 – Design do Material Instrucional**

Os conteúdos de gestão ambiental, que estiverem presentes no início da apostila, tinham como objetivo apresentar apenas uma visão geral articulando com as questões de Direito Ambiental que vinham em seguida, uma vez que também não era a intenção adentrar neste conteúdo que seria abordado em disciplina ao longo da graduação em Engenharia Ambiental.

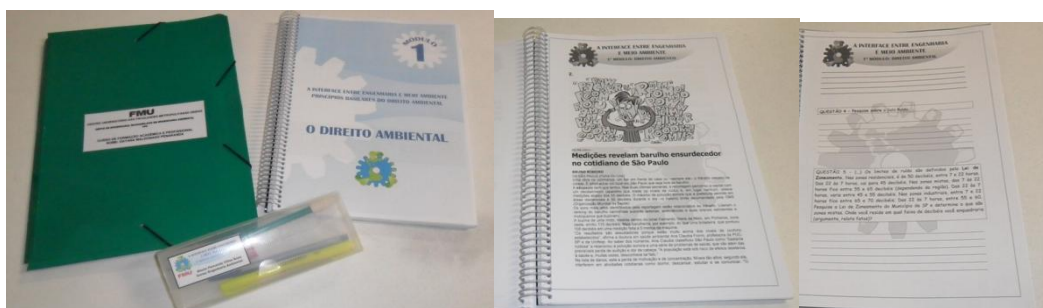
Em relação à MM esta foi apresentada ao longo das atividades e na apostila apareceu no último tópico abordado com o objetivo de demonstrar a sua importância na Modelagem de Sistemas Ambientais, disciplina a ser abordada em um dos semestres do Curso de bacharelado em Engenharia Ambiental.

Cada final de tópico assinalava para a execução de uma atividade com a presença de um mascote. Ele é um misto do símbolo da Engenharia com o globo terrestre. O mascote também conduz o filme de animação. A opção por um mascote e personagens na cartilha foi decisiva para atribuir um caráter lúdico e artístico, que remetem a uma atmosfera de leveza, diante de conteúdos encarados como complexos.



**Fig.45 – Cartilha com o mascote e os personagens**

Partimos então para elaboração do material instrucional, que não teve nenhum custo para o aluno, sendo fornecido gratuitamente. O material instrucional era constituído por um kit distribuído aos alunos composto por apostila do Curso, pasta e estojo. Esse material era personalizado – continha o nome de cada aluno – e era utilizado durante as aulas, sendo devolvido a cada final de aula. Os alunos guardavam a apostila na pasta e as fichas com as atividades e tarefas. O estojo continha lápis, caneta azul, caneta marca texto, borracha, apontador e corretivo.



**Fig. 46 – Kit instrucional e páginas da apostila do Curso**

O design do material instrucional – capa da apostila e folhas – foi desenvolvido pelo publicitário Caio Stachi Boracini, assim como o design do CD – ROM contendo a legislação e dos produtos gerados com o Curso, como a cartilha de sustentabilidade e seus personagens incluindo o mascote, o filme de animação e o logotipo do curso de Engenharia Ambiental em duas versões.



**Fig.47 – Produtos gerados: cartilha, cd-rom, logo e filme de animação**

Após concluírem o Curso, os alunos receberam uma declaração de conclusão e um certificado, além de uma cópia da cartilha e do logotipo.

### **3.5 Caracterização do cenário de investigação: o Curso de Formação Acadêmica e Profissional e a Arquitetura de um Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC**

Os contextos que envolvem os alunos e as práticas pedagógicas sejam contextos de educação formal ou não formal, constituem ricos cenários de investigação sobre o processo ensino – aprendizagem, potencializadores do estabelecimento da Educação Matemática Crítica e do desenvolvimento da competência crítica:

Um ensino de Matemática que valorize a Educação Matemática Crítica deve fornecer aos estudantes instrumentos que os auxiliem, tanto na análise de uma situação crítica quanto na busca por alternativas para resolver a situação. Nesse sentido, deve-se não somente ensinar aos alunos a usar modelos matemáticos, mas antes levá-los a questionar o porquê, como, para quê e quando utilizá-los. (PAIVA e SÁ, 2011, p. 1)

Skovsmose (2008) *apud* Paiva e Sá (2011, p. 3) definem o que seja um cenário de investigação:

É um ambiente que pode dar suporte a um trabalho de investigação, convidando os alunos a formularem questões e a procurarem explicações. O cenário em si pode servir para a investigação para um grupo de alunos numa situação particular, mas pode não representar um convite para outro grupo de alunos.

Num cenário de investigação, o convite é um passo importante no que diz respeito à integração do sujeito ao cenário. No entanto, a participação do sujeito nas atividades depende de muitos fatores, internos e externos que em parte o professor não pode controlá-los. O professor administra o cenário de investigação de acordo com as demandas que surgem no decorrer das atividades. Paiva e Sá (2011, p. 3-4) explicam a dinâmica do convite:

Num cenário de investigação, os alunos são convidados pelo professor a formularem questões e a procurarem explicações. A aceitação do convite à investigação depende de fatores, como: Natureza da investigação; Prioridades dos alunos na hora do convite; Modo como o convite é feito.

O cenário de investigação desta pesquisa foi um Curso que descreveremos mais adiante. Convidamos os alunos a inscreverem-se no Curso, como já relatamos, seguindo a dinâmica de um cenário de investigação. Pautamos pelo desenvolvimento de uma Educação Matemática Crítica como também já relatamos no Capítulo 2, alicerçada pelas premissas do *Direito Achado na Rua*. No entanto, para o desenvolvimento do Curso utilizamos uma prática híbrida contemplando em sua maioria aquelas práticas típicas de um cenário de investigação e em outros momentos o desenvolvimento de exercícios “tradicionais”. A ideia é inserir gradativamente os alunos nesse tipo de ambiente de aprendizagem e a estratégia que julgamos mais adequada foi esta, mesclando as tipologias.

Acreditamos que a abordagem mista não prejudica o desenvolvimento da Educação Matemática Crítica, porque depende da forma com essas atividades são conduzidas e qual a finalidade de cada uma delas, quais habilidades e competências deseja-se desenvolver. A referência utilizada foi a semi realidade (exercícios sobre ondas e decibéis) e a realidade (cases e modelo matemático de relações jurídicas), com base nas duas tipologias. Preferimos chamar a referência de realidade de caso concreto, julgando-a mais apropriada à arquitetura da TFC e das premissas jurídicas, para a pesquisa em tela.

Abaixo segue um quadro com a tipologia das práticas de sala e de seu contexto e suas referências (SKOVSMOSE, 2008):

**Quadro 4 – Paradigmas de práticas de sala de aula**

		Exercícios	Cenários de Investigação
Referências	<b>Matemática Pura</b>	Exercícios apresentados no contexto da Matemática Pura	Investigações numéricas ou geométricas com papel e lápis ou computador
	<b>Semi - Realidade</b>	Situações artificiais. O único propósito é chegar à solução única.	Problema artificial, mas que permite explorações e justificativas. Podem gerar outras questões e estratégias de solução.
	<b>Realidade</b>	Exercícios baseados na vida real, mas as questões que dele decorrem não são investigativas.	Atividades de investigação que podem usar recursos tecnológicos e materiais manipulativos. Os problemas são relacionados ao cotidiano dos alunos e podem ser propostos como projetos.

Fonte: Skovsmose (2008) *apud* Paiva e Sá, (2011, p. 4)

O Curso de Formação Acadêmica e Profissional “A interface entre a Engenharia e o Meio Ambiente” foi aplicado em um módulo denominado de “Princípios Basilares do Direito Ambiental”. O Curso foi desenvolvido nos meses de outubro e novembro de 2011 durante a pré - aula<sup>94</sup>, utilizando-se ainda de metade dos períodos de duas aulas regulares para que as palestras fossem ministradas. A seguir apresentamos um quadro com a organização do Curso:

**Quadro 5 – Estrutura do Curso de Formação Acadêmica e Profissional**

<b>Estrutura do Curso de Formação Profissional e Acadêmica</b>	
<b>Módulo 1 – Princípios Basilares do Direito Ambiental</b>	
<b>Objetivo</b>	Desenvolver modelos matemáticos de relações jurídicas por meio da Flexibilidade Cognitiva mobilizando conhecimentos matemáticos, intramatemáticos e extramatemáticos numa dimensão transdisciplinar.
<b>Público Alvo</b>	Bacharelandos do 1º semestre do Curso de Engenharia Ambiental
<b>Modalidade</b>	Presencial
<b>Tempo previsto</b>	8 pré-aulas para o desenvolvimento das atividades do curso com desdobramentos em 2 grandes aulas temáticas compostas por 4 aulas de conteúdos instrucionais e duas pré- aulas para as palestras (estas com extensão para meio período de uma aula regular).

<sup>94</sup> Denomina-se pré-aula a aula iniciada antes do horário convencional. No caso do Curso, a pré – aula iniciava-se às 18 horas e se estendia até as 19horas e 30 min.

	O questionário a priori foi respondido antes do início do curso, o questionário intermediário foi respondido no decorrer do Curso utilizando-se 10 min de uma das pré-aulas e o questionário a posteriori foi aplicado no final do Curso utilizando-se 15 min para respondê-lo.
<b>Material Instrucional</b>	Apostila com o conteúdo abordado no curso, Slides sobre os conteúdos abordados nas aulas expositivas, atividades instrucionais (denominadas individualmente de fichas), jogos educativos, cartilha, filme de animação, palestras, CD ROM.
<b>Áreas do Conhecimento</b>	Matemática (modelos matemáticos), Física (modelos matemáticos de sistemas físicos, compreensão conceitual de fenômenos físicos), Biologia (impactos na saúde humana e no ecossistema), Direito (conceitos básicos de Direito Ambiental, legislação ambiental e relações jurídicas), Comunicação e Expressão (leitura e interpretação dos textos e dos casos), Segurança do Trabalho (normas regulamentadoras), Gestão Ambiental (Normas ISO e SGA), Recursos Humanos (áreas de atuação do engenheiro ambiental)
<b>Avaliação formativa</b>	Acompanhamento das atividades desenvolvidas ao longo do curso

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

A concepção do Curso foi adaptada dos trabalhos de Carvalho (1998, 2000, 2011), Carvalho, Pinto e Monteiro (2002), Carvalho *et al* (2003) e Sousa (2004) – pesquisadores da Universidade do Minho em Portugal – sobre TFC. A adaptação foi necessária uma vez que o ambiente de aprendizagem não era constituído por hipermídia ou por EAD (educação à distância) como sugerem os trabalhos dos autores citados e também do próprio Spiro e colaboradores (1988, 1992, 2003). O ambiente hipermídia foi substituído por um ambiente de aprendizagem criado por meio de um Curso e suas atividades instrucionais.

Os trabalhos de Carvalho *et al* (2003) e Carvalho, Pinto e Monteiro (2002), narram experiências em plataformas de ensino nas quais se promove a TFC. Nesses ambientes, onde os alunos são chamados de “utilizadores”, desenvolve-se uma “arquitetura” interna e externa para o hiperdocumento, na qual se organiza a informação.

Esta arquitetura leva em consideração os três níveis de aquisição dos conhecimentos propostos por Spiro *et al* (1988): nível introdutório, nível avançado e nível de especialização. Segundo Carvalho (1998, 2000) no nível introdutório se aprendem as noções gerais e compreensão dos diferentes componentes de estudo. Já no nível avançado, o aluno deverá adquirir uma compreensão aprofundada do assunto, raciocinar sobre ele e aplicá-lo de forma flexível em diferentes contextos. E por fim, o nível de especialização exige prática intensa e experiência no campo em que se trabalha,

e aqui citamos como exemplo a questão da prática do estágio durante a graduação e no próprio exercício da profissão. Assim, concluímos que os dois primeiros níveis ocorrem precipuamente no ambiente escolar e o terceiro não depende exclusivamente dele.

Acreditamos, contudo, pela experiência que tivemos com a pesquisa qualitativa que exista um nível intermediário como já dissemos anteriormente, no qual há um aprofundamento mediano dos conhecimentos relativos ao conteúdo abordado e as estruturas cognitivas encontram-se mais maduras, experientes e habilitadas a transitar pelos diferentes casos, pelas diferentes paisagens e os obstáculos que seriam transpostos com maior dificuldade, são enfrentados com maior desenvoltura pelos alunos. Nesse sentido, também constatamos que a flexibilidade cognitiva pode ocorrer em todos os níveis e não apenas no avançado, porque dependendo do conteúdo abordado, já no nível introdutório, o aluno terá que dispor da flexibilidade cognitiva para resolver determinados tipos de questões que lhe são propostas.

O objetivo da pesquisa qualitativa desta tese era chegar ao nível avançado com o desenvolvimento do Módulo 2. Aplicamos apenas o Módulo 1, que foi autorizado pela IES e o que alcançamos em relação à Modelagem Matemática foi o nível introdutório e em relação os conteúdos jurídicos abordados para não acadêmicos do Direito, o nível pode ser considerado intermediário.

Carvalho (1998) prossegue explicando que no nível avançado dos domínios complexos ou mal estruturados, a representação do conhecimento deve passar pelo processo de desconstrução e pela travessia temática pré-definida. Essas duas etapas são denominadas de percursos de aprendizagem (CARVALHO, 2000). Aqui a estrutura conceitual básica desses percursos é composta por casos, mini casos e comentários temáticos.

A autora afirma que processo de desconstrução consiste em decompor um caso em mini casos, que são segundo Spiro e Jehng (1990) *apud* Carvalho (1998) o ponto de partida da aprendizagem. Carvalho (op.cit) esclarece que o estudo de vários mini casos faz com que seja maior a experiência adquirida e conseqüentemente aumenta-se a possibilidade de transferência de conhecimentos para novas situações. Esses mini casos devem ter aplicação variada e apresentarem um grau de dificuldade para os alunos de modo que eles façam uso da FC.

A autora alerta que os mini casos devem ser sobrepostos uns aos outros, ou seja, devem ter diferentes perspectivas (temas) não devendo assim constituir uma continuidade do mini caso anterior para evitar generalizações. O caso (que preferimos denominar de caso geral) eleito nesta pesquisa qualitativa, foi a poluição sonora no transporte público que foi decomposta em mini casos – que preferimos denominar de “cases” – que eram julgados dos Tribunais sobre diferentes contextos (perspectivas) em que aparece a poluição sonora e suas consequências. Optamos pelos julgados, uma vez que Spiro *et al* (op.cit) sugerem que os mini casos apresentem uma grau de dificuldade. Para os alunos, a linguagem jurídica presente nos julgados constitui-se como um obstáculo para interpretação do “case”. No entanto, uma aluna surpreendeu-nos trazendo um Código que compilava as principais leis e resoluções na área ambiental, como podemos ver abaixo na figura 48. De fato, a linguagem jurídica apresenta complexidade. Diante dessa dificuldade apresentada pelos alunos em relação à linguagem jurídica, o ambiente colaborativo e cooperativo, com a divisão em grupos para realização das tarefas possibilitou a discussão dos “cases”, ativando a zona de desenvolvimento proximal.



**Fig. 48 – Alunos do Curso discutindo e analisando os casos**

Sobre as travessias temáticas pré-definidas, estas segundo Spiro *et al* (1988) *apud* Carvalho, Pinto e Pereira (2004) tem por base um tema ou uma combinação de temas, ou seja, cada mini caso apresenta uma perspectiva cuja travessia encaminha para uma determina direção. A autora afirma que essas perspectivas dos mini casos ao

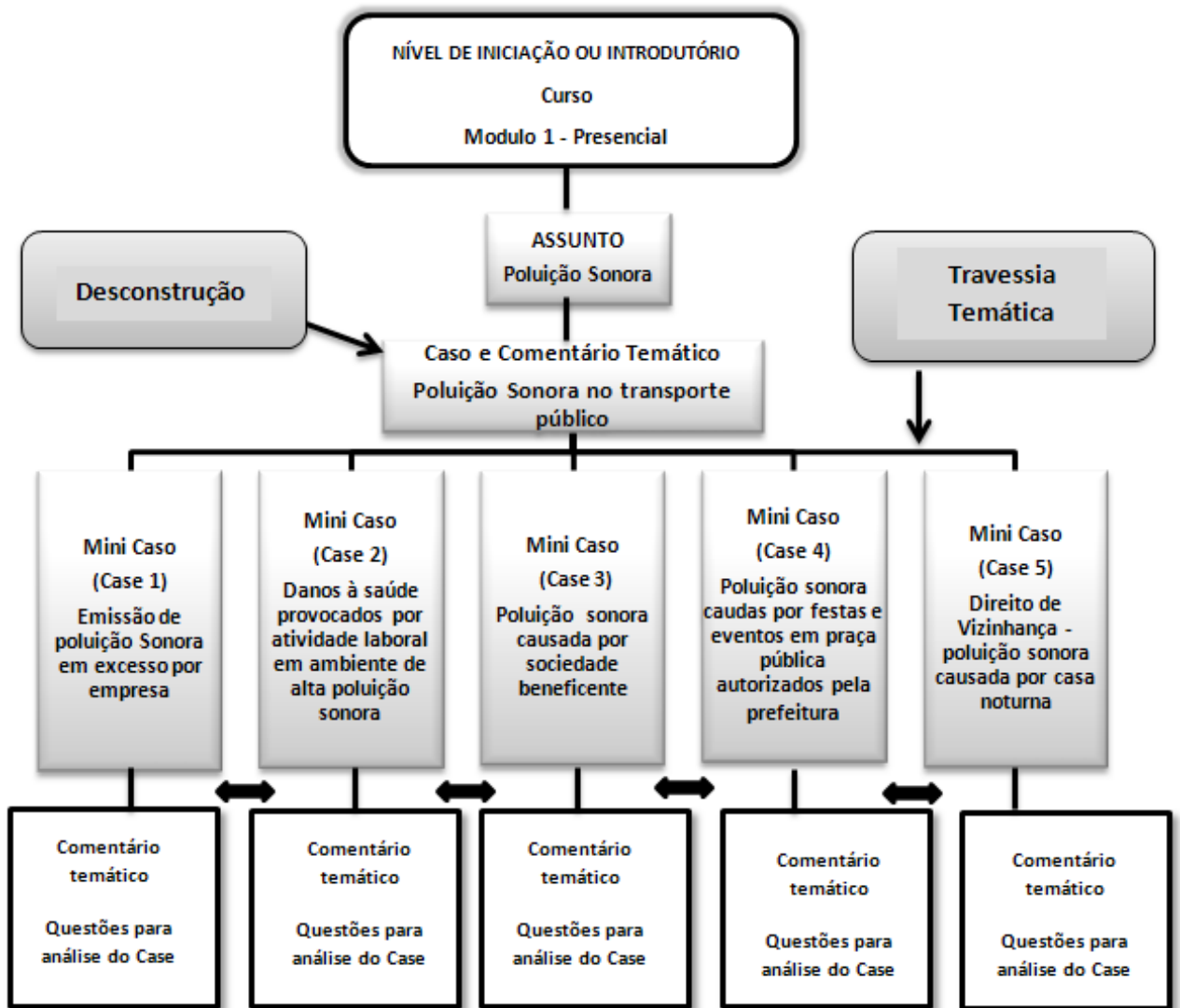


mesmo tempo em que apresentam as facetas múltiplas de um determinado caso, também apresentam relações entre os mini casos, como mostramos na figura 39. Assim, como explicita Carvalho (2000) o “aluno atravessa a paisagem em várias direções”, ou seja, o aluno atravessa paisagens conceituais que dizem respeito ao conhecimento em diversas perspectivas, visto que muitas vezes a compreensão de um conceito é muito complexa para o aluno e essa desconstrução se faz necessária.

Em relação aos comentários temáticos, Carvalho *et al* (2003, p. 2) esclarecem que “perante cada tema que se aplica a um mini caso é necessário redigir um comentário temático, que explica como esse tema geral se aplica a situação concreta.” Carvalho (2000, p. 175) explica que esses comentários temáticos contribuem para que o aluno “possa compreender o mini caso em profundidade e depois o reconstrua, adquirindo, deste modo, uma compreensão mais completa.” Como os julgados possuem uma linguagem bastante complexa para um aluno de Engenharia Ambiental, desdobramos o comentário temático em perguntas acerca do mini caso (que chamamos de “case”) para que eles pudessem formar um estatuto de compreensão sobre o conteúdo daquele “case”.

A atividade colaborativa no ambiente de aprendizagem relatado por Carvalho *et al* (2003) que é uma plataforma web de ensino à distância é realizada entre o autor e o leitor. Na pesquisa qualitativa desta tese, a atividade colaborativa ocorre entre os alunos que compõe os grupos por meio das interações sociais durante a execução das atividades propostas. Os ficheiros na experiência relatada por Carvalho *et al* (2003) constituem os conteúdos de suporte do assunto estudado. Para esta tese, utilizamos o termo “Ficha” para designar o agrupamento de atividades e tarefas. Também utilizamos as chamadas pesquisas temáticas, propostas no trabalho de Carvalho (2000) que constituíram uma pesquisa sobre a legislação municipal, estadual e federal existente sobre poluição sonora e tarefas que também existem em plataforma web. O material é designado de instrucional como sugere Spiro *et al* (1988).

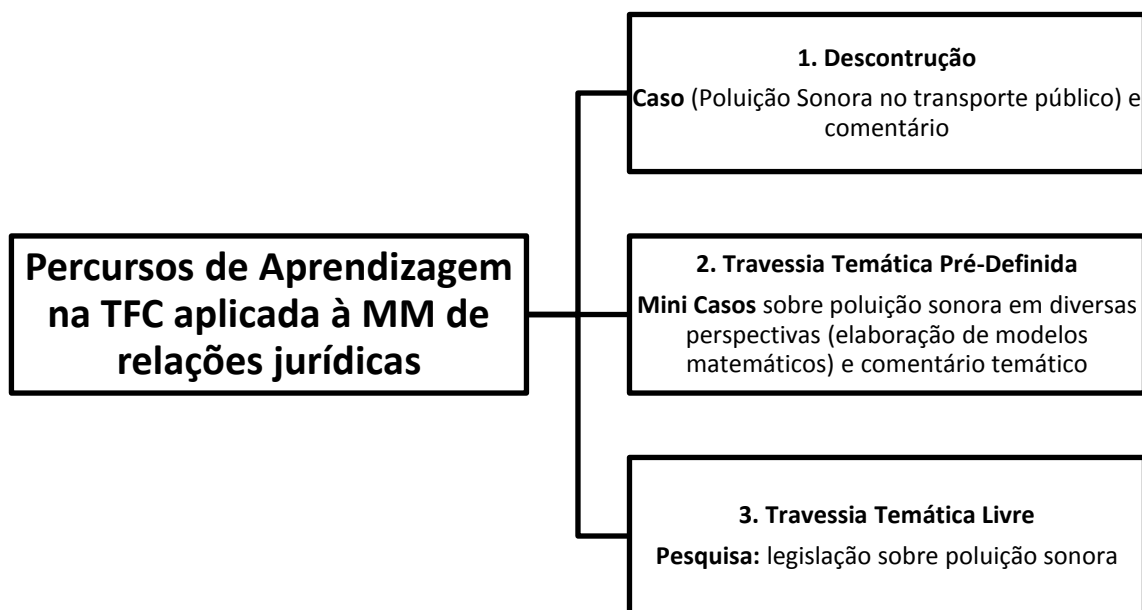
Abaixo apresentamos a arquitetura de um Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC:



Fonte: Elaborado pela autora da tese a partir da adaptação do trabalho de Carvalho *et al* (2000, p.4).

**Fig. 49 – Matriz Temática: Arquitetura de Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática de relações jurídicas baseada na TFC**

Com base na arquitetura acima, situamos onde ocorrem os percursos de aprendizagem:



Fonte: Elaborado pela autora da tese. Adaptado de Carvalho *et al* (2000, p.2)

**Fig. 50 – Percursos de Aprendizagem na TFC aplicada à MM de relações jurídicas**

A plataforma web lança mão de recursos visuais e interativos que permitem a recursividade. Como o ambiente de aprendizagem proposto nesta pesquisa qualitativa foi criado por meio de um Curso, utilizamos as concepções de Lemke (1998) sobre uso da semiótica visual, das diferentes representações visuais e dos meios multimídias para nos aproximarmos do estilo comunicativo visual que a plataforma web possui.

Utilizamos slides com elementos visuais que produzissem significados de maneira mais dinâmica com esquemas, figuras, tabelas e charges, assim como uma cartilha com ilustrações (personagens), um filme de animação, um mascote que guiava o aluno para as atividades ao final de cada tópico do conteúdo instrucional e uma proposta gráfica do material instrucional que foi desenvolvida por um publicitário, como já relatado.

Abaixo apresentamos um quadro que especifica a Travessia Temática Predefinida trilhada pelos Mini Casos:

**Quadro 6 – Travessia Temática Predefinida por Mini Casos**

<b>Travessia temática</b>	<b>Temas</b>	<b>Mini Caso</b>	<b>Desdobramentos do Mini Caso</b>
Atividade industrial	Poluição sonora em excesso	Emissão de poluição sonora em excesso por empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infração</li> <li>• Multa</li> <li>• Ruídos emitidos acima do permitido</li> <li>• Adequação acústica</li> <li>• Equipamento de ar condicionado produzindo ruído</li> <li>• Inspeção</li> <li>• Problemas de saúde</li> <li>• Práticas nocivas ao Meio Ambiente</li> <li>• Art 225, CF</li> </ul>
Atividade laboral	Danos à saúde	Danos à saúde provocados por atividade laboral em ambiente de alta poluição sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indenização</li> <li>• Danos morais e materiais</li> <li>• Acidente de trabalho</li> <li>• Doenças causadas por atividade laboral em ambiente com poluição excessiva</li> <li>• Ausência de medidas preventivas e protetoras por parte da empresa</li> <li>• Não fornecimento de protetor auricular</li> </ul>
Atividades comunitárias	Emissão de ruídos acima dos níveis permitidos	Poluição sonora causada por sociedade beneficente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ação civil pública</li> <li>• Atuação do Ministério Público</li> <li>• Interesse difuso</li> <li>• Emissão de ruídos acima dos níveis permitidos</li> </ul>
Atividades recreativas	Poluição sonora em praça pública	Poluição sonora causada por festas e eventos em praça pública autorizados pela prefeitura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ação civil pública</li> <li>• Atuação do Ministério Público</li> <li>• Proibição de autorização de festas e eventos em praça pública determinada após a meia noite ou que emitam ruídos acima dos níveis permitidos</li> <li>• Medição do nível de ruído pela CETESB</li> </ul>
Entretenimento	Poluição sonora acima dos 60 decibéis	Poluição sonora causada por casa noturna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multa</li> <li>• Suspensão das atividades</li> <li>• Isolamento acústico</li> <li>• Omissão em relação à fiscalização</li> <li>• Danos à saúde da vizinhança</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

### **3.5.1 Descrição das aulas do Módulo 1 do Curso: Nível Introdutório da TFC**

Para o desenvolvimento do Curso foram destinadas 8 pré-aulas com o desdobramento dos conteúdos das 2 aulas temáticas (Bloco A e Bloco B) do material instrucional em 4 aulas de conteúdos instrucionais e atividades e duas pré-aulas reservadas para as palestras.

A escolha do assunto “poluição sonora” decorre das possibilidades transdisciplinares que o assunto pode assumir não existindo barreiras entre as áreas do conhecimento que circundam aquele assunto. Assim, criam-se condições para a mobilização dos conhecimentos matemáticos, intramatemáticos e extramatemáticos, bem como para estabelecer as relações entre esses conhecimentos mobilizados.

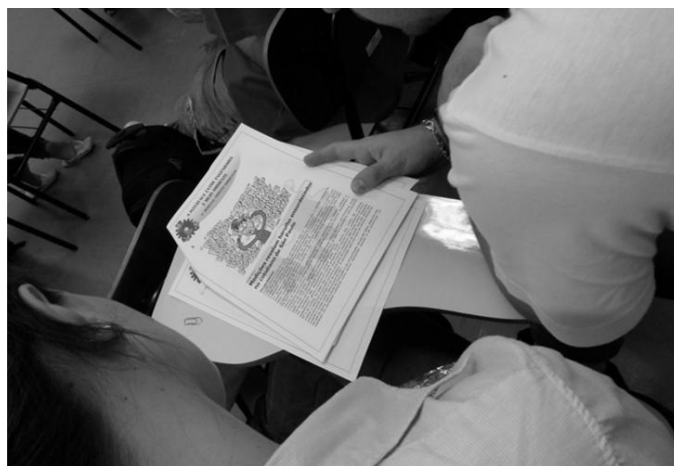
A adoção por uma modelagem matemática utilizando conceitos matemáticos básicos considerou alguns aspectos que julgamos relevantes para que essa pesquisa se concretizasse:

a) sugestão do orientador desta tese: para o nível introdutório, considerando que o grupo pesquisado era composto por alunos que nunca tiveram contato com o processo de MM e também ingressantes no Ensino Superior, a utilização de conhecimentos matemáticos avançados os quais muitos deles ainda não dominam, poderia conduzi-los a um desestímulo diante de todo tipo de dificuldade que poderiam se deparar, o que poderia afastá-los das atividades de modelagem. A ideia é que os alunos se familiarizem com o ambiente de modelagem e aos poucos caminhem para conhecimentos matemáticos avançados. Então, optou-se pela utilização de conhecimentos matemáticos básicos no processo de MM.

b) a professora que ministrava a disciplina Fundamentos do Cálculo Diferencial e Integral ainda não havia desenvolvido o conteúdo de limites e derivadas, sendo que o conteúdo de integrais (na disciplina Cálculo Diferencial e Integral 1) só seria desenvolvido no segundo semestre. Na ocasião, a professora estava finalizando a parte dos conteúdos básicos constituída por revisão de conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental e Médio. A ideia era se adequar e se aproximar do que estava sendo desenvolvido pela disciplina Fundamentos do Cálculo Diferencial e Integral,

respeitando-se assim o Plano de Ensino, conforme solicitado pela Coordenação do Curso.

Os conteúdos de Física, especialmente sobre ondas sonoras foram extraídos do Ensino Médio, também visando revisá-los e integrá-los ao contexto do ambiente de MM que estava sendo desenvolvido. No primeiro semestre, os alunos tinham aulas de Mecânica Clássica e as aulas de Ondas, Óptica e Acústica seriam ministradas apenas no segundo semestre como podemos ver pela grade curricular na seção dos Anexos.



**Fig.51 – Alunos do Curso realizando as atividades**

Em relação ao desenvolvimento das atividades, optamos pelo trabalho em grupo, cooperativo/colaborativo, de modo que os alunos pudessem se auxiliar mutuamente, debater, argumentar e, sobretudo, contribuir para a ativação da Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY, 1984, 1987). Quanto às tarefas, estas também eram desenvolvidas em grupo e realizadas em ambiente extraclasse. Há atividades que foram denominadas de “Conexões”. Estas visavam estabelecer uma ponte com outras disciplinas. Nos quadros a seguir, apresentamos os conteúdos abordados nas aulas e nas atividades.

#### **a) Dinâmica da Primeira Aula**

A 1ª aula temática inaugurou o Curso. Nesta aula foi apresentado o conteúdo programático do Curso, a dinâmica com a qual o Curso seria desenvolvido e distribuído um kit com material instrucional (pasta com apostila e um estojo com

caneta, lápis, borracha, caneta Marca texto, apontador e corretivo; cada pasta e estojo continha etiqueta com a identificação do aluno). Os alunos guardavam o kit em uma caixa todo o final da aula, portanto, não levavam o material para casa.

Após as considerações iniciais, procedemos à instauração do ambiente de aprendizagem de MM para que a TFC pudesse se desenvolver e os conhecimentos matemáticos pudessem ser mobilizados.

A abordagem inicial da aula expositiva não mencionou a MM para não intimidar os alunos. Buscamos apresentar um contexto mais receptivo, trazendo uma mensagem do mergulhador francês Jacques Cousteau para que os alunos refletissem. Seguiu-se com uma abordagem do tópico sobre a importância que a questão ambiental adquiriu nas organizações, com um breve relato histórico sobre a Conferência de Estocolmo como marco para um cenário de debates sobre o Meio Ambiente que se seguiriam posteriormente.

Dessa forma, apresentamos um ranking com 20 empresas brasileiras que praticam a gestão ambiental. Apresentamos um esquema sobre a gestão ambiental pública e privada para que identificassem as principais diferenças. Os alunos utilizaram a caneta marca texto para assinalar as principais ideias contidas no material instrucional, que foi abordada na aula expositiva. Essa abordagem iniciada pelo contexto das organizações está relacionada à questão do mercado de trabalho. Em seguida, os alunos realizaram as atividades da Ficha 1, que marcava o início do nível introdutório da TFC. Com as atividades da Ficha 1, os percursos de aprendizagem da TFC são desencadeados, a começar pela Desconstrução.

A primeira atividade consistia em elaborar um mapa mental reunindo os conteúdos que tinham aprendido na aula expositiva com os conteúdos prévios. Os alunos nunca tiveram contato com mapa mental e, por conseguinte, tivemos que explicar brevemente do que se tratava. Os primeiros mapas como veremos no tópico da *Análise das Atividades* continham poucas informações, em parte porque eles nunca haviam trabalhado com esta ferramenta.

O marco que desencadeou o percurso de aprendizagem denominado de *Desconstrução*, no qual apresentamos o Caso – que preferimos denominar de Caso Geral – é composto por atividades, nas quais os alunos tiveram contato com modelos matemáticos, mas sem elaborá-los. A ideia foi aproximá-los da MM de uma maneira

agradável. Com a pesquisa sobre legislação que aborda poluição sonora ingressamos na Travessia Temática Livre, estabelecendo o primeiro contato do grupo pesquisado com o Direito Ambiental. Mais adiante, apresentamos a modelagem matemática para os alunos, por meio de uma atividade bastante simples que exigia o cálculo da quantidade de decibéis e a elaboração do modelo matemático decorrente dessa situação.

### **Ruídos**

(Fonte: Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2002/icm103/solucaoeresolucao.htm>)

Um som de nível A de decibéis está relacionado com a sua intensidade  $i$  pela equação  $A = 10 \log i$  ( com  $i > 0$  )

Com  $i$  expressa em unidades adequadas.

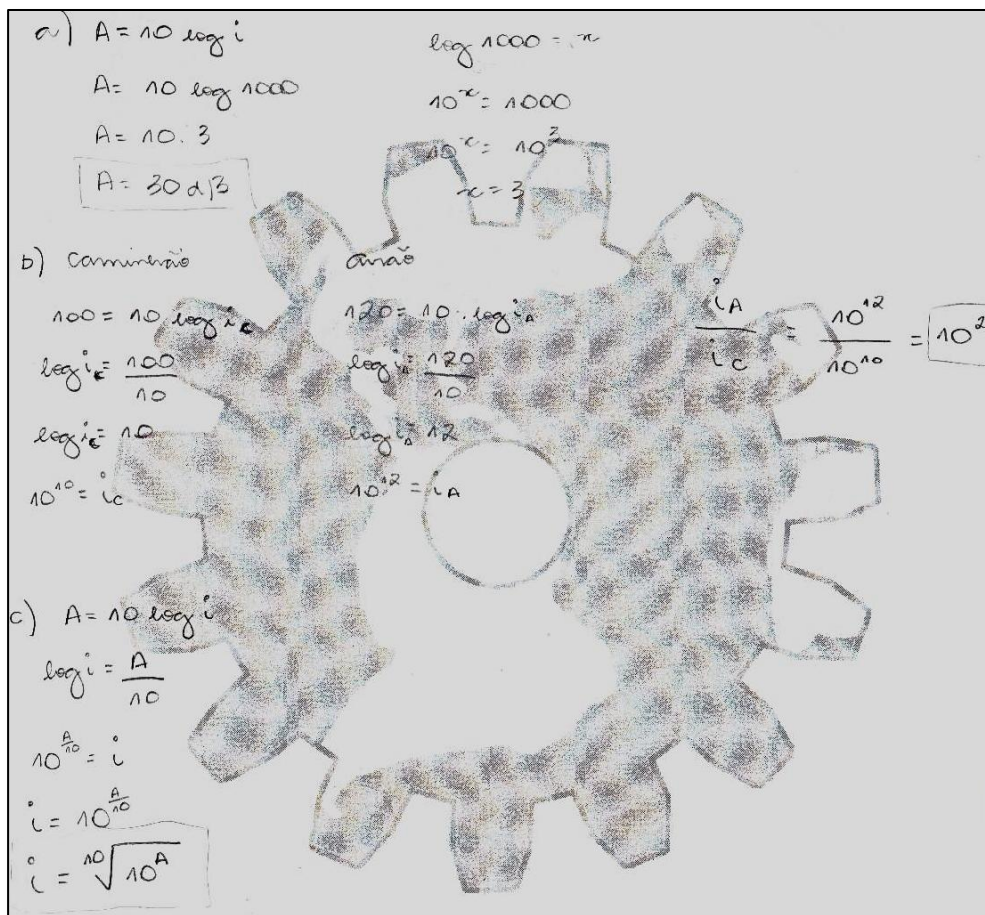
- a) Um som com 1 000 unidades de intensidade atinge quantos decibéis?
- b) De um local próximo os níveis de ruído provocados por um caminhão e por um avião a jato são, respectivamente, 100 e 120 decibéis. Qual é a razão entre a intensidade de ruído provocado pelo avião a jato e a do ruído do caminhão?
- c) Exprima  $i$  em função de A.

**Fig.52 – Cálculo da quantidade de decibéis**

Aqui já pudemos perceber a dificuldade dos alunos com a linguagem algébrica e com a mobilização de conhecimentos intramatemáticos. Todos os grupos (num total de 7) acertaram o item A da questão.

No entanto, apenas dois grupos acertaram integralmente a questão, como vemos pela figura abaixo:





**Fig. 53 – Emprego do logaritmo no cálculo de ruídos**

Alguns alunos alegaram que não haviam aprendido logarítmico no Ensino Médio e outros não se lembravam como efetuava o cálculo. A professora de Fundamentos do Cálculo Diferencial e Integral iria revisar este conteúdo na semana posterior a execução desta atividade. Um dos alunos questionou o modelo matemático utilizado para o cálculo dos decibéis, alegando que durante o Curso Técnico em Segurança do Trabalho, lhe foi ensinado outro modelo matemático para o cálculo dos decibéis. O aluno redigiu as principais diferenças entre um modelo e outro, como veremos a seguir, demonstrando que o primeiro modelo matemático decorre da Lei – NR 15, evidenciando a relação da Matemática com o Direito por meio da modelagem matemática, além de demonstrar sua validade para fins de saúde ocupacional.

Modelo 1	Modelo 2
$1^{\circ}) \frac{CI_1}{T_{I1}} + \frac{CI_2}{T_{I2}} + \dots + \frac{CI_N}{T_{IN}}$ <p style="margin-left: 20px;">↳ Dose</p>	$NS = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$
$2^{\circ}) LEQ = \frac{(\log(\text{dose})) + 5,117}{0,06}$	
<p><b>DEFINIÇÕES:</b></p> <p>CI = tempo total de exposição à um nível específico de ruído.</p> <p>TI = máxima exposição diária à este nível específico, conforme NR 15-anexo 1.</p> <p>Dose = nível sonoro ponderado</p> <p>LEQ = nível sonoro contínuo</p>	<p><b>DEFINIÇÕES:</b></p> <p>NS = nível sonoro</p> <p>I = intensidade</p>
<p><b>METODOLOGIA DE APLICAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dividir CI por TI de todas as fontes geradoras de ruído;</li> <li>- O valor de TI é obtido através da NR 15-anexo 1;</li> <li>- Após a divisão de todos os níveis, some os resultados, o resultado das somas será a dose;</li> <li>- insira o valor da dose na fórmula do Leq(2<sup>o</sup>)</li> </ul>	<p><b>METODOLOGIA DE APLICAÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir o valor de I e I<sub>0</sub>;</li> <li>- Após a definição dos valores, fazer a divisão dos números encontrados;</li> <li>- Com o resultado da divisão, tirar o logaritmo do resultado e multiplicar por 10.</li> <li>- O resultado será a intensidade</li> </ul>

- O valor encontrado, após a utilização do Leq, será o valor médio que o indivíduo estará exposto, levando em consideração todas as fontes geradoras de ruído.

- Para dose utilizamos 1 como limite de tolerância e para Leq utilizamos 85 dB(A)

- É utilizado p/ fins ocupacionais

### MODELO 1 ≠ MODELO 2

Ambos servem para achar um valor que está relacionado à poluição sonora ou ruído, porém uma diferença é a forma de aplicação, e as condições de aplicação.

A principal diferença é que no modelo 1, nos baseamos por uma norma regulamentadora (NR), ou seja, uma lei. Por utilizar os parâmetros de uma lei, acabamos criando um padrão obrigatório e que qualquer alteração indevida o resultado é desconsiderado. O modelo 1 serve para definir padrões, cujo ruído é chamado de ruído ocupacional, por isso deve-se sempre seguir de forma rigorosa a fórmula. Por se tratar de legislação, devemos

em caso de resultado quebrado arredondar sempre para cima, uma vez que os resultados obtidos são usados em documentos e laudos técnicos e para que seja tomada alguma medida de segurança é sempre bom ter um valor mais alto.

O modelo 2 serve para definir o nível sonoro do ambiente e por não utilizar nenhuma lei acaba não tendo um padrão, tornando o resultado, para fins ocupacionais, insignificativo, pois não temos um LT (limite de tolerância) e uma norma para nortear os resultados obtidos.

No modelo 1, usamos a NR 15 - Atividades e operações Insalubres, anexo 1.

As NRs, regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios à segurança e medicina do trabalho.

São as normas regulamentadoras do capítulo V, Título da CLT, relativos à segurança e medicina do trabalho, foram aprovadas pela portaria nº 3.214, de 08 de Junho, de 1978.

**Fig. 54 – Diferença entre modelos matemáticos que medem nível sonoro**

A seguir, trazemos um quadro descritivo da Aula 1.

### Quadro 7 – Descrição da Aula 1

<b>Bloco A – Aula 01</b>	Tempo previsto: 1h e 30 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Páginas 1 a 4 Texto de Abertura: Mensagem de Jacques Cousteau
<b>Textos de Apoio</b>	Texto 1 - Introdução: A questão ambiental e as organizações (BORGES, 2007) - Práticas de gestão ambiental corporativa (Revista Exame) - Perspectiva de gestão ambiental (Coppe / UFRJ)
<b>Box</b>	- Qual é a melhor empresa para trabalhar; - Mudança na Lei do Aviso Prévio
<b>Conteúdo dos Slides</b>	- Slide 2: Mensagem de Jacques Cousteau - Slide 3 e 4: Prática de Gestão Ambiental Corporativa - Slide 5: Perspectiva de gestão ambiental
<b>Atividades (FICHAS)</b>	<b>INÍCIO DA DESCONSTRUÇÃO</b> FICHA 1: - Atividade 1: Mapa mental - Atividade 2: Leitura do Texto: Medição revelam barulho ensurdecedor no cotidiano de SP (Folha on line). Execução das atividades propostas: a) Conexões com a Matemática: cálculo da quantidade de decibéis (modelo matemático) - Atividade 3: Conexões com o Enade: resolução de questões com o

	tema meio ambiente nos moldes das questões do Enade; - Atividade 4: Caça - palavras
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	- Tarefa da FICHA 1: Pesquisa sobre a legislação que aborda a poluição sonora. ( <b>TRAVESSIA TEMÁTICA LIVRE</b> )

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

## **b) Dinâmica da Segunda Aula**

A aula 2 foi introduzida com um texto que fala sobre a Teoria da Sociedade de Risco, desenvolvida por Ulrich Beck e marca efetivamente a inserção dos pesquisados no universo jurídico especificamente no ramo de Direito Ambiental, apresentando-se os marcos internacionais de proteção ambiental – as principais conferências sobre o Meio Ambiente realizadas até 2002, a definição de Direito Ambiental, acompanhada da Geração de Direitos proposta por Norberto Bobbio (1992) e os tipos de interesses classificados pelo CDC (Código de Defesa do Consumidor). Além disso, houve explanação sobre os princípios que norteiam o Direito Ambiental.

Alguns alunos fizeram comentários pertinentes sobre o Protocolo de Kyoto, relembrou a importância da Conferência Rio 92 e da Rio + 20, realizada em 2012. Alguns externaram o conhecimento de alguns princípios do Direito Ambiental, como Princípio do Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado, presente no caput do art. 225 CF; Princípio da Precaução e da Prevenção, Princípio do Poluidor Pagador e Princípio da Sustentabilidade. Eles participaram ativamente da aula. No material instrucional, os alunos puderam encontrar informações sobre a carreira de Engenheiro Ambiental.

### **Quadro 8 – Descrição da Aula 2**

<b>Bloco A - Aula 02</b>	Tempo previsto: 60 min.
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Páginas 5 a 14
<b>Textos de Apoio</b>	Texto 1 – Crise Ambiental, Sociedade de Risco e Estado de Direito Ambiental (LEITE e PILATI, 2011) Texto 2: Definição de Direito Ambiental (Revista Âmbito Jurídico) - Quadro: Geração de Direitos (TRINDADE FILHO) Texto 3: Meio Ambiente: Garantia Constitucional (LEITE e PILATI) Texto 4: Princípios do Direito Ambiental Informativos: CDC, IPTU Ambiental, Notícias
<b>Box</b>	Dicas profissionais (carreira de engenheiro ambiental)
<b>Conteúdo dos Slides</b>	- Slide 7: Marcos internacionais de proteção ambiental - Slide 8: Definição de Direito Ambiental

	-Slide 9 a 18: Princípios do Direito Ambiental
<b>Atividades (FICHAS)</b>	Não foram realizadas atividades
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	Não houve tarefas. Recolhimento da tarefa anterior.

Fonte: Elaborado pela autora.

### c) Dinâmica da Terceira Aula

Esta aula consistiu na realização de atividades direcionadas aos conceitos físicos envolvidos na poluição sonora, como por exemplo, ondas sonoras como se propagam, a medida de seu comprimento, amplitude e frequência. O texto sobre ondas sonoras trazia um Box com informações sobre a Escala Richter, demonstrando que esta escala é logarítmica e que realiza uma medição indireta da energia liberada pelos terremotos através das ondas. Em seguida, os alunos puderam realizar a atividade que solicitava o cálculo do comprimento, amplitude e frequência de uma onda sonora, além de determinarem o comprimento da onda sonora de uma corda de violão que está vibrando.

#### Quadro 9 – Descrição da Aula 3

<b>Bloco A - Aula 03</b>	Tempo previsto: 1h e 30 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Atividades
<b>Atividades (FICHAS)</b>	FICHA 2 - Atividade 1: Conexões com a Física: Ondas sonoras (texto) Exercícios propostos: 1) Comprimento, amplitude e frequência da onda 2) Modelo matemático: velocidade da onda/frequência/comprimento da onda 3) Cálculo do comprimento da onda 4) Determinação da faixa de frequência perceptível pelo ouvido humano
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	Não houve tarefas

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

#### **d) Dinâmica da Quarta Aula**

A quarta aula destacou-se pelos textos que envolviam situações cotidianas, especialmente o ruído causado pelo uso de aparelhos sonoros no transporte público, que posteriormente desencadeou a atividade de modelagem matemática da relação jurídica que foi objeto de análise desta tese. Os textos abordavam a situação de incômodo dos passageiros, além dos riscos à saúde provocados por níveis altos de ruídos. Ao final, foi solicitado que os alunos redigissem uma breve crítica com base nos textos lidos.

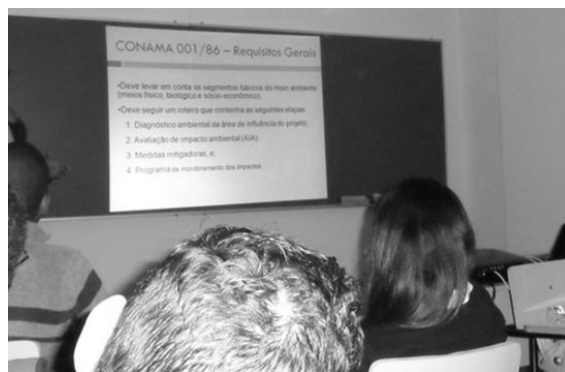
**Quadro 10– Descrição da Aula 4**

<b>Bloco A - Aula 04</b>	Tempo previsto: 60 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Realização de atividades
<b>Atividades (FICHAS)</b>	FICHA 2 - Atividade 3: Conexões com o Direito - Artigo: Música em celulares incomoda passageiros de ônibus (Jornal Diário on line) - Artigo: Tocar música dentro dos ônibus poderá ser proibido em todo Paraná (Portal Banda B) - Elaborar uma crítica com bases nos textos lidos

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

#### **f) Palestra 1**

A palestra do Bloco A durou 60 min e se intitulava “Legislação Ambiental: O papel da companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB”. A palestra abordou o trabalho realizado pelo Cetesb, legislação ambiental pertinente e casos concretos. Os alunos fizeram perguntas relacionadas aos casos concretos apresentados. Durante esta palestra os alunos puderam ter uma ideia de outro campo de atuação profissional do Engenheiro Ambiental: o setor público.



**Fig. 55 – Alunos do Curso durante a Palestra 1**

### **e) Dinâmica da Quinta Aula**

A quinta aula abriu o Bloco B do Curso, com uma mensagem do navegador Vilfredo Schurmann. Os temas tratados diziam respeito à gestão ambiental, com foco na implantação do SGA (Sistema de Gestão Ambiental) e as Normas ISO 14.000. Em seguida, o tema abordado foi competência em matéria ambiental, seguido da leitura e discussão de um caso concreto que tratava do conflito de competência em matéria ambiental entre a Justiça Federal e a Justiça Estadual julgado pelo STJ. Esse caso foi importante para os alunos, uma vez que exercendo atividades profissionais, seja na esfera pública ou privada, poderão se deparar com lides dessa natureza.

### **Quadro 11– Descrição da Aula 5**

<b>Bloco B- Aula 05</b>	Tempo previsto: 60 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Páginas 16 a 27 Texto de Abertura: Mensagem de Vilfredo Shurmann – Navegador Brasileiro
<b>Textos de Apoio</b>	Texto 1 – A gestão ambiental na empresa (ANDREOLI, 2007): normas ISO, passivos ambientais, implantação de SGA, auditoria e certificação ambiental -Texto 2: Competência em matéria ambiental (OLIVEIRA) -Leitura de Case: conflito de competência - Notícias: a responsabilidade ambiental e a nova máquina de ponto dos trabalhadores (RH Central)
<b>Box</b>	-Responsabilidade do contratante de mão de obra terceirizada - Nova profissão: Executivo de sustentabilidade
<b>Conteúdo dos Slides</b>	- Slide 2: Mensagem de Vilfredo Shurmann - Slide 3: Sistema de Gestão Ambiental -Slide 4:Competência em Matéria Ambiental



<b>Atividades (FICHAS)</b>	Não foram realizadas atividades
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	Não houve tarefas

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

### **g) Dinâmica da Sexta Aula**

A sexta aula se notabilizou pelo estudo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e os órgãos que o compõem, com destaque para o CONAMA e sua estrutura. Os alunos também puderam compreender como está organizada a Política Nacional do Meio Ambiente e seus objetivos e instrumentos. Também tiveram contato com as regras de licenciamento ambiental que foram publicadas em 2011, além de realizarem a leitura de um texto que aborda a relação entre a modelagem matemática e o Meio Ambiente, demonstrada em uma dissertação de Mestrado, cuja pesquisa esteve centrada na previsão da evolução da poluição causada por fertilizantes e pesticidas e seus impactos nas águas do Rio Manso em Mato Grosso.

Neste ponto do desenvolvimento do Curso, os alunos responderam ao questionário intermediário, cuja análise está presente mais adiante. Os alunos também tiveram contato com uma notícia que tratava do texto base do Novo Código Florestal, além de um caso curioso que envolvia poluição sonora e desencadeava uma Ação Civil Pública, instrumento de extrema relevância na tutela ambiental.

### **Quadro 12 – Descrição da Aula 6**

<b>Bloco B - Aula 06</b>	Tempo previsto: 60 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Páginas 28 a 36
<b>Textos de Apoio</b>	<p>Texto 1 – Sistema Nacional do Meio Ambiente (OLIVEIRA)</p> <p>- Texto 2: Política Nacional do Meio Ambiente</p> <p>Notícias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Governo moderniza licenciamento ambiental</li> <li>- Modelagem do Impacto Ambiental</li> <li>- Modelagem Matemática e Meio ambiente (modelo prevê impacto de poluentes em águas)</li> <li>- Comissões do Senado aprovam texto base do novo Código Florestal</li> </ul>
<b>Conteúdo dos Slides</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Slide 5 e 6: Sisnama</li> <li>- Slide 7: Política Nacional do Meio Ambiente</li> <li>- Slide 8 e 9: Caso concreto – Ação Civil Pública (casos curiosos de poluição sonora)</li> <li>- Slide 10: Notícia – Modernização do Licenciamento Ambiental</li> </ul>

<b>Atividades (FICHAS)</b>	Não foram realizadas atividades
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	Não houve tarefas
<b>Questionário</b>	Aplicação do Questionário Intermediário

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

## **h) Dinâmica da Sétima Aula**

A sétima aula foi marcada pelo início da travessia temática com a análise de dois casos de poluição sonora com enfoques diferentes. As atividades contemplaram os comentários temáticos que traziam questões sobre os casos e exigiam que os alunos identificassem conceitos matemáticos, físicos e jurídicos, o que certamente viabiliza a flexibilidade cognitiva e os leva a compreender com mais detalhes os elementos que compõem o caso concreto e a forma com que os fatos se desenvolvem e se relacionam.

### **Quadro 13– Descrição da Aula 7**

<b>Bloco B - Aula 07</b>	Tempo previsto: 1h e 30 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Realização de atividades e tarefas
<b>Atividades (FICHAS)</b>	<p>FICHA 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conexões com a cidadania e a Língua Portuguesa:</li> <li>- Case 1: TJ/SP - Emissão de poluição sonora em excesso por empresa:</li> <li>- Comentários temáticos (questões propostas) <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Identificação das partes</li> <li>2) Identificação do objeto da apelação</li> <li>3) Conteúdo do laudo técnico</li> <li>4) Identificação dos Princípios do Direito Ambiental contidos no Julgado</li> <li>5) Legislação aplicada ao caso concreto</li> </ul> </li> <li>- Case 2: Atuação do MP e ACP (STJ)- Danos à saúde provocados por atividade laboral em ambiente de alta poluição sonora</li> <li>- Comentários temáticos (questões propostas) <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fundamento jurídico para a propositura da ACP</li> <li>b) Identificação dos Princípios do Direito Ambiental contidos no Julgado</li> <li>c) Identificação dos parâmetros matemáticos presentes no julgado relativos à poluição sonora</li> <li>d) Identificação do parâmetro físico envolvido no julgado</li> </ul> </li> </ul>
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Case: Adicional por insalubridade (não fornecimento de EPI pela empresa)</li> <li>- Comentários temáticos (questões propostas) <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificação do assunto do julgado</li> <li>b) Identificação do EPI adequado</li> <li>c) Legislação pertinente aplicada para o uso do EPI</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

### i) Dinâmica da Oitava Aula

A última aula também enfatizou a travessia temática e permitiu que os alunos tivessem contato com outros dois casos de poluição sonora apresentados sob diferentes perspectivas. Mais uma vez, puderam visualizar a importância do laudo técnico em uma lide dessa natureza e a questão da interposição de recurso. Os alunos realizaram atividades que solicitavam a extração de parâmetros matemáticos da legislação, além da realização de uma pesquisa sobre o Selo Ruído, enfatizando a travessia temática livre. Como tarefa, baseando-se nas concepções do Direito Achado na Rua (LYRA FILHO e SOUSA JR) foi proposta a elaboração de um projeto de lei que disciplinasse o uso de aparelhos sonoros nos transportes públicos justificando-o matematicamente por meio de um modelo matemático.

#### Quadro 14– Descrição da Aula 8

<b>Bloco B - Aula 08</b>	Tempo previsto: 1h e 30 min
<b>Conteúdo do Material Instrucional</b>	Realização de atividades e tarefas
<b>Atividades (FICHAS)</b>	FICHA 3 - Case 3: STJ - Poluição sonora causada por sociedade beneficente - Comentários temáticos (questões propostas) 1) Identificação das partes 2) Identificação do pedido do autor do recurso 3) Identificação do dano causado à saúde (laudo técnico) 4) Solução da demanda 5) Legislação sobre poluição sonora aplicada ao caso do julgado - Case 4: TJ/SP - Poluição sonora causada por festas e eventos em praça pública autorizados pela prefeitura - Comentários temáticos (questões propostas) a) Identificação das partes b) Identificação da ação movida pelo MP c) Identificação do objeto da ação d) Alegações do apelante e) Identificação dos níveis de ruídos f) Papel da CETESB g) Identificação das sanções sofridas pelo apelante - Case 5: TJ/SP - Poluição sonora causada por casa noturna - Comentários temáticos (questões propostas) 1) Identificação das partes 2) Identificação do tipo do recurso 3) Identificação da Comarca

	<p>4) Solução da demanda na 1ª instância</p> <p>5) identificação do assunto do julgado</p> <p>6) Conteúdo do laudo técnico</p> <p>7) identificação dos efeitos da poluição sonora para a saúde</p> <p>8) Resultado final da demanda</p>
<b>Tarefas (FICHAS)</b>	<p><b>TAREFA DA FICHA 3</b></p> <p>- Análise de artigo: Lei do PSIU e outras legislações aplicáveis ao excesso de ruído na cidade de SP</p> <p>- Comentários temáticos (questões propostas)</p> <p>Questão 1) Extração de modelo matemático da lei e verificação se parâmetro da UFSM é fixo ou variável</p> <p>Questão 2) Justificar matematicamente a intensidade da penalização da lei que foi alterada</p> <p>Questão 3) Verificar se há uma correlação entre o valor da multa e os níveis de decibéis na NR 10152/87</p> <p>Questão 4) Pesquisar sobre o Selo Ruído (TRAVESSIA TEMÁTICA LIVRE)</p> <p>Questão 5) Lei de Zoneamento e faixa de decibéis (pesquisar o local onde reside)</p> <p><b>TAREFA da FICHA 3</b></p> <p>- Inspirando-se nas concepções do Direito Achado na Rua (LYRA FILHO e SOUSA JR), elaborar um projeto de lei que discipline o uso de aparelhos sonoros nos transportes públicos e justificá-lo matematicamente.</p>

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

### **g) Jogo Eco Estratégia e Palestra 2**

Para finalizar o Curso promovemos a integração dos alunos por meio de uma atividade educativa: o Jogo Eco Estratégia, gentilmente cedido pela Profª Drª Rosana Louro Ferreira Silva<sup>95</sup>, na ocasião docente da UFABC. O tempo estimado para a realização do jogo foi de 25 minutos. Os alunos tiveram a oportunidade de trocar conhecimentos sobre as temáticas apresentadas pelas cartas do jogo e até mesmo sugeriram alteração nas regras do jogo.



**Fig. 56 – Alunos jogando o Jogo Eco Estratégia**

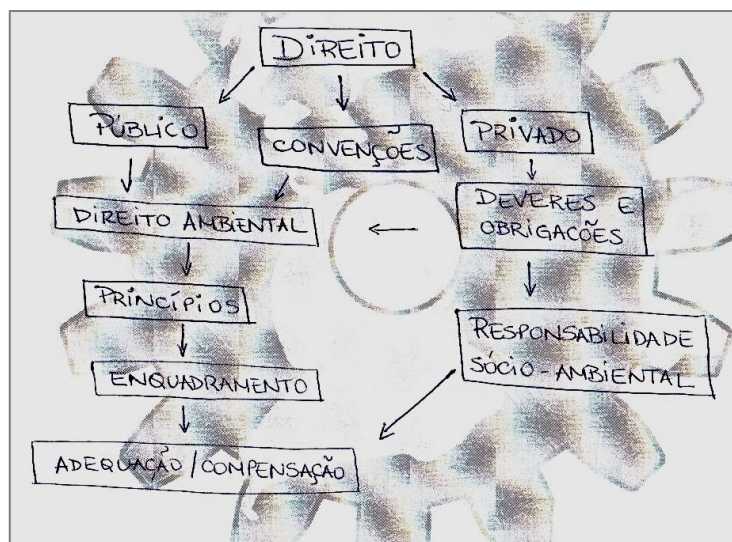
<sup>95</sup> Atualmente a Profª Rosana é docente do Instituto de Biociências da USP.

Em seguida, puderam assistir à segunda palestra que fechou o Curso. Esta palestra durou cerca de 1h e 10 min e se intitulava “Sustentabilidade no Varejo”. Durante esta palestra os alunos puderam ter uma ideia de outro campo de atuação profissional do Engenheiro Ambiental: o setor de varejo – hipermercado. A palestra abordou o sistema de tratamento de resíduos realizado por uma das maiores redes de hipermercado do país. Eles fizeram muitas perguntas sobre a gestão de resíduos sólidos, projetos de sustentabilidade e Educação Ambiental promovidos pela rede de hipermercado, a atuação do Engenheiro Ambiental, mercado de trabalho, salários, ascensão profissional.



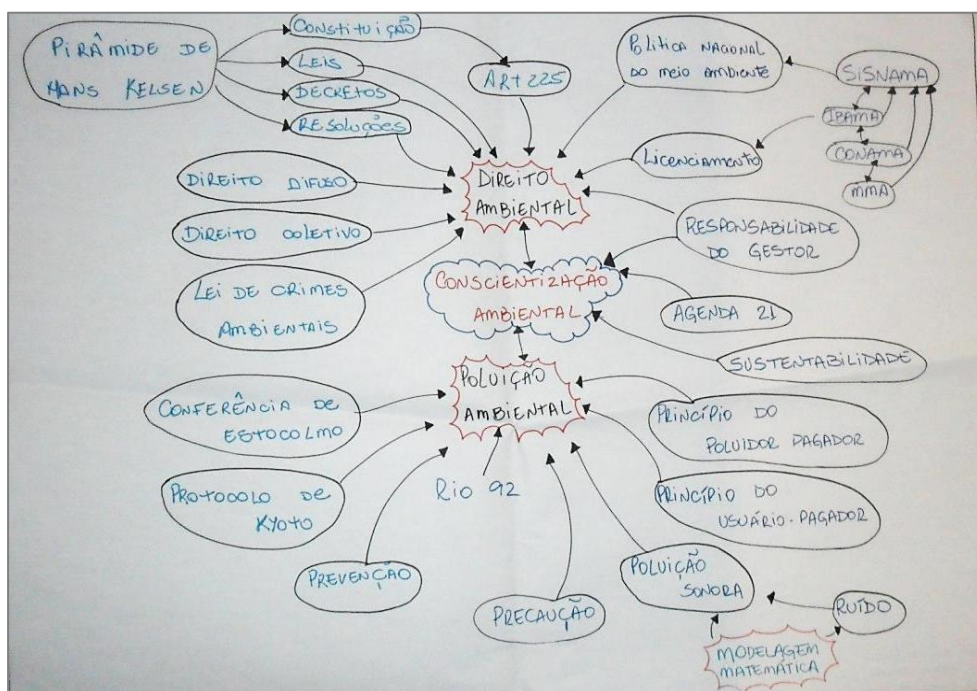
**Fig.57 – Alunos do Curso durante a Palestra 2**

Ressaltamos que além dos modelos matemáticos, os alunos elaboraram mapas mentais para encadear os conhecimentos adquiridos ao longo do Curso. Foram feitos mapas no início do Curso e no final. Os primeiros mapas demonstram pouca familiaridade com este recurso e alguns apresentam poucas relações, como vemos na figura a seguir:



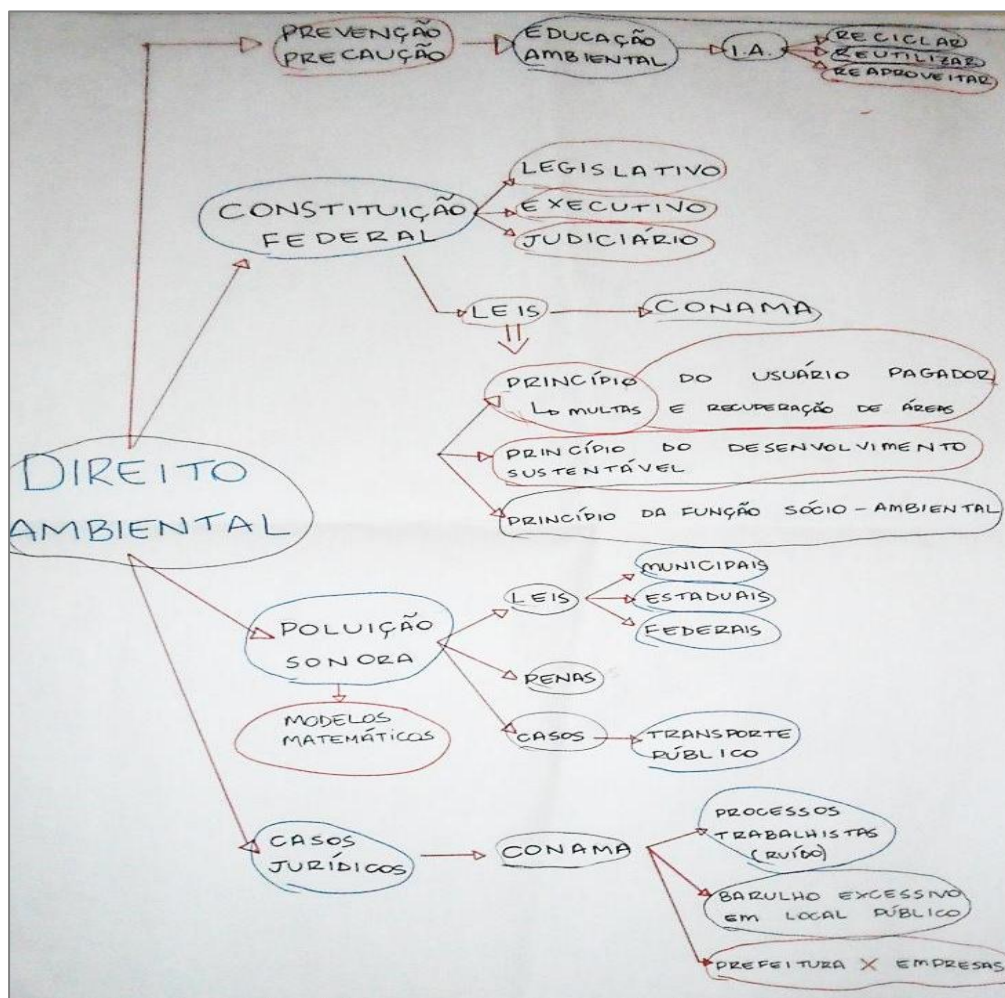
**Fig. 58 – Mapa mental elaborado no início do Curso**

No final do Curso, os mapas mentais apresentavam múltiplas relações (Direito e Matemática) demonstrando que houve assimilação do conteúdo e um avanço no processo cognitivo dos alunos.



**Fig.59 – Mapa mental elaborado ao final do Curso**

Os alunos também reconheceram a importância da abordagem de conteúdos feita a partir de casos sob o enfoque da TFC como se vê no mapa a seguir:



**Fig 60 – A importância dos casos na compreensão do conceito de poluição sonora**

### 3.6. Análise do questionário intermediário

O questionário intermediário – Questionário 2 - foi aplicado após a sexta aula e tinha como objetivo identificar os conhecimentos matemáticos que os alunos possuíam, suas dificuldades na resolução de problemas e na elaboração dos modelos matemáticos, bem como sua visão sobre conhecimentos jurídicos com enfoque na área ambiental. O questionário era composto por 12 questões – entre questões abertas e de

múltipla escolha - e foi respondido por uma amostra de 15 alunos.<sup>96</sup> A seguir apresentamos as respostas e sua respectiva análise.

A questão 1 versava sobre as dificuldades na resolução de problemas. Seis alunos afirmaram que não possuem dificuldades. No entanto, nove alunos apontaram que possuem dificuldades na resolução de problemas e indicaram os motivos, sendo que “as dificuldades em operações matemáticas” foram apontadas 4 vezes, “a defasagem em alguns conteúdos matemáticos” foi apontada 3 vezes e “as dificuldades na elaboração dos modelos matemáticos” foi apontada duas vezes. Nenhum aluno apontou a alternativa “dificuldades na leitura e interpretação dos enunciados dos problemas”, talvez porque, na maior parte das aulas de disciplinas ligadas à área de Matemática nos Cursos de Engenharia, os professores deem ênfase à lista de exercícios do que a abordagem de problemas, que em geral é verificada com maior frequência nas aulas de Física.

Percebemos que há uma preponderância em apontar “dificuldades em operações matemáticas” e “defasagem em alguns conteúdos matemáticos”, o que evidencia falhas no processo de alfabetização matemática ao longo da Educação Básica. Em 2011, os resultados da Prova ABC - Avaliação Brasileira do Final do Ciclo de Alfabetização – apontaram que 57,2% dos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental apresentam dificuldades em operações de soma e subtração (BARBOSA A.A, 2011). Todavia, é necessário investigar quais são os fatores que interferem na aprendizagem da Matemática nas séries iniciais, sejam intrínsecos ou extrínsecos (BAYETTO, 2006), que vão desde questões pedagógicas até questões que interferem no desenvolvimento da capacidade cognitiva do aluno, como a discalculia.

Sobre a defasagem de conteúdos matemáticos, as causas decorrem também de dificuldades apresentadas para a aprendizagem de conteúdos que levam os docentes a não avançarem no conteúdo programático previsto, e esbarram no déficit de professores na rede pública, pois há escolas em que faltam professores de Matemática e os alunos ficam sem aulas, o que prejudica substancialmente a aquisição de conhecimentos matemáticos. Além do mais, a questão da desmotivação dos professores diante da desvalorização da carreira docente, bem como a falta de interesse dos alunos em

---

<sup>96</sup> Um dos alunos esteve ausente no dia em que o questionário intermediário foi respondido.



aprender, tem sido um aspecto bem latente, especialmente nos últimos 20 anos. Portanto, é preciso repensar a estrutura da Educação Básica e seus reais propósitos, pois já podemos notar forte impacto no desempenho dos alunos do Ensino Superior, como já comentado nesta tese.

A próxima questão indagava os alunos acerca da aplicação de exercícios e resolução de problemas durante a Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio). Oito alunos afirmaram que os professores aplicavam mais exercícios e 7 alunos afirmaram que os professores equilibravam a aplicação de exercícios com a resolução de problemas. Novamente emerge a questão do paradigma do exercício, que em geral é aplicado excessivamente em detrimento de outras modalidades de atividades nas aulas de Matemática.

Os problemas devem ser instigantes e investigativos, de modo a propiciar a mobilização de um conjunto de habilidades e competências e efetiva exploração da situação-problema proposta pelo professor ou levantada pelos alunos, não se resumindo apenas aos chamados “problemas de aplicação” frequentemente utilizados ao longo da trajetória escolar dos alunos e acentuadamente nos cursos de Engenharia como comentado no início desta tese. D’Ambrosio, B. S (1993, p. 36) comenta a respeito da postura pragmática dos professores acerca da propositura de problemas nas aulas de Matemática:

O professor faz questão de preparar todos os problemas a serem apresentados com antecedência; conseqüentemente, o legítimo ato de pensar matematicamente é escondido do aluno, e o único a conhecer a dinâmica desse processo continua sendo o professor. O professor, com isso, guarda para si a emoção da descoberta de uma solução fascinante, da descoberta de um caminho produtivo, das frustrações inerentes ao problema considerado e de como um matemático toma decisões que facilitam a solução do problema proposto. O que o aluno testemunha é uma solução bonita, eficiente, sem obstáculos e sem dúvidas, dando-lhe a impressão de que ele também conseguirá resolver problemas matemáticos com tal elegância.

Na questão 3, perguntava-se aos alunos se já haviam realizado atividades de modelagem matemática ao longo de sua trajetória escolar. Dois alunos responderam sim e 13 alunos responderam não, o que demonstra que a Modelagem Matemática ainda é pouco praticada nas salas de aulas, como apontam diversos pesquisadores da área.

A questão 4 questionava os alunos a respeito dos conhecimentos matemáticos que possuíam, apresentando as seguintes alternativas:

a) Excelentes, não apresento dificuldades e consigo acompanhar as disciplinas que envolvem cálculos, pois tive bom embasamento na educação básica (ensino fundamental e médio)

b) Bons, não apresento dificuldades e consigo acompanhar as disciplinas que envolvem cálculos, embora tivesse um embasamento matemático regular na educação básica (ensino fundamental e médio)

c) Regular, apresento dificuldades, mas consigo obter a média, e considero meu embasamento matemático também regular.

d) Ruim, apresento dificuldades na compreensão de certos conteúdos matemáticos e meu embasamento matemático na educação básica foi ruim.

Dois alunos afirmaram que seus conhecimentos são excelentes, 5 afirmaram que são bons e 8 afirmaram que seus conhecimentos matemáticos são regulares, apresentando dificuldades matemáticas. Esses dados confirmam estatísticas já divulgadas a respeito das dificuldades enfrentadas pelos alunos dos Cursos de Engenharia, sobretudo, no início do curso. O Curso de Engenharia, juntamente com Matemática, Física e outros cursos da área de “Exatas” são os que apresentam maiores índices de evasão. (SIMAS, 2012) Em virtude de dificuldades de assimilação e compreensão em disciplinas como Cálculo, e conseqüente reprova, os alunos sentem-se desmotivados e desistem desses cursos; muitos migram para outros cursos, conforme comenta Simas (2012).

Quartieri, Borragini e Dick (2012) enfatizam que é necessário implantar disciplinas que ofereçam o ferramental matemático básico aos alunos ingressantes dos Cursos de Engenharia, destacando atividades com enfoque interdisciplinar, experimentais, uso de calculadora e recursos computacionais. Os autores apontam que os alunos apresentam dificuldades no uso da calculadora científica, conversão de medidas, elaboração de gráficos. Afirmam (op.cit, p. 9) que o escopo dessa proposta de ensino para os ingressantes está em melhorar o “manuseio de ferramentas matemáticas” e “habilidades relacionadas à utilização destas ferramentas em situações aplicadas.” Assim, os citados autores pretendem que se:

(...) fomente nos alunos a capacidade de atribuir significados e contextualizações para as equações e definições que ainda irão trabalhar nas diversas disciplinas que compõem o seu curso, estimulando-os também a se

tornarem profissionais mais ágeis e de visão mais ampla, conforme lhes exige cada vez mais a sociedade. (QUARTIERI, BORRAGINI e DICK, 2012, p.9)

A questão 5 solicitava que os alunos enumerassem as dificuldades encontradas nas aulas de Física. A questão foi proposta, uma vez que os alunos desenvolveram atividades com conexões com a Física durante o Curso de Formação Acadêmica e Profissional, pois o tema envolvia poluição sonora e há íntima relação com os conceitos físicos de ondas sonoras e decibéis, por exemplo.

As respostas assinaladas foram as seguintes: 10 alunos apontaram que apresentam dificuldades na interpretação dos enunciados dos problemas, 5 afirmaram que apresentam dificuldades na compreensão do fenômeno físico estudado, 4 afirmaram que apresentam dificuldades matemáticas que interferem na resolução dos problemas, 9 apontaram dificuldades na identificação do modelo matemático a ser aplicado na situação-problema e apenas um deles assinalou que não encontra dificuldades nas aulas de Física. Outras dificuldades foram apontadas por nove alunos e centravam-se na didática da professora de Física que foi amplamente criticada, além de externarem que a professora não tinha paciência para esclarecer dúvidas.

Assim, notamos que as dificuldades na interpretação dos enunciados dos problemas se transferiram para o Ensino Superior uma vez que as habilidades necessárias para compreender a linguagem matemática implícita e/ou explícita no enunciado não foram desenvolvidas na Educação Básica. Weber (2012) realizou uma pesquisa com alunos do Ensino Médio na qual constatou que fatores, como ausência da prática de leitura e escrita de textos matemáticos e memorização constante de fórmulas e algoritmos para resolver problemas, interferem na compreensão dos enunciados os problemas. É necessário, segundo o autor, familiarizar o aluno “(...) com as peculiaridades existentes na linguagem típica da Matemática, com seus símbolos e significados e com a relação destes com a linguagem materna ou corrente.” (WEBER, 2012, p. 65)

Em relação ao aspecto da dificuldade de identificação do modelo matemático a ser aplicado na situação-problema, este pode ser constatado no momento da elaboração do modelo matemático da relação jurídica, objeto de pesquisa nesta tese. Os alunos não conseguiram traduzir para a linguagem matemática o que haviam escrito no projeto de lei, o que demonstra claramente a necessidade de se trabalhar a linguagem

matemática, os símbolos matemáticos, os componentes algébricos do modelo que representam as variáveis, bem como estimular que os professores pratiquem a leitura de textos matemáticos, como dito anteriormente, discutindo-os com os alunos, tornando o ato de resolver problemas mais questionador e participativo. Este tipo de iniciativa deve ser desenvolvida em todos os níveis de ensino, o que possibilitará também o desenvolvimento do raciocínio lógico e de soluções variadas e autênticas para os problemas.

Na questão 6, os alunos eram perguntados sobre as dificuldades apresentadas na elaboração dos modelos matemáticos. Um aluno especificou que na elaboração dos modelos matemáticos ele apresenta dificuldades em relação ao que denominou de “regras de matemática”. O aluno apenas citou esta expressão sem fornecer maiores esclarecimentos, o que nos fez inferir que há dificuldades em definir as operações matemáticas e conceitos matemáticos contidos no modelo matemático, tais como, multiplicação, exponencial, uso de integrais, equações diferenciais, etc.

Três alunos afirmaram que não apresentam dificuldades. Um aluno afirmou que apresentava dificuldade em relação à parte algébrica (montagem dos modelos matemáticos com letras), ou seja, o uso da linguagem matemática e representação das variáveis. Dez alunos afirmaram ter dificuldade para relacionar o conteúdo do cotidiano e/ou situação envolvida com a parte algébrica (não sei relacionar as variáveis envolvidas no estudo do fenômeno). Essas duas últimas dificuldades apontadas com a tradução dos parâmetros do que se observa da realidade para a linguagem algébrica, decorrem de um melhor desenvolvimento das estruturas algébricas durante o Ensino Fundamental. Os professores costumam trabalhar com maior frequência com exercícios e problemas que apresentam numerais como resultado e não dão ênfase às atividades que contemplem respostas algébricas (literais).

A questão 7 indagava se os alunos conseguiram perceber as conexões entre a Matemática, o Direito e a Física por meio das atividades desenvolvidas. Todos responderam que sim. Isso demonstra a importância do enfoque transdisciplinar. É preciso enxergar as pontes entre o conhecimento, os elos que ligam os saberes, percebendo a interdependência, para então ultrapassar as pontes e enxergar o conhecimento em sua unidade, como propõe a visão transdisciplinar.

A questão 8 apresentava a seguinte pergunta: “Você acredita que um modelo matemático seja “uma fórmula” que resolve todos os problemas? Justifique.” Os alunos apresentaram as seguintes respostas:

A<sub>1</sub>: *Sim, pois acredito ser a interação do modelo matemático em relação ao cotidiano.*

A<sub>2</sub>: *Sim, sem dúvida a Matemática resolve tudo, um simples erro pode ser um grande problema.*

A<sub>3</sub>: *Sim, desde que seja bem fundada.*

A<sub>4</sub>: *Não, porque para cada problema tem que relacionar o conteúdo e/ou a situação envolvida.*

A<sub>5</sub>: *Em alguns casos sim, pois sintetiza questões e soluções.*

A<sub>6</sub>: *Sim, pois prova de fato que aquela determinada teoria está certa.*

A<sub>7</sub>: *Não, pois em problemas do dia a dia existem variáveis que não são consideradas em formas algébricas e existem problemas da vida que fórmulas matemáticas não são capazes de solucionar.*

A<sub>8</sub>: *Não, mas é uma base para entender, exemplificar e ter ideia das consequências.*

A<sub>9</sub>: *Não, não existe “uma fórmula” que resolva todos os problemas. É necessário relacionar o problema (situação) com a fórmula.*

A<sub>10</sub>: *Não, os problemas não são todos iguais, sejam em origem ou em seu efeito, desta forma não existe uma fórmula mágica para a resolução de todos os problemas, porém acredito que todos os problemas são passíveis de solução. Há que se considerar também, que um problema pode ter muitas soluções diferentes, mais uma vez torna-se inaplicável uma única fórmula.*

A<sub>11</sub>: *Não, mas ajuda ou pode ajudar a ter uma solução que ameniza os problemas.*

A<sub>12</sub>: *Sim, o modelo matemático é fundamental para resolver os problemas jurídicos, inclusive relacionados à Engenharia Ambiental.*

A<sub>13</sub>: *Não, pois cada cotidiano tem uma relação diferente e uma situação.*

A<sub>14</sub>: *Sim, desde que tenha bom embasamento em cada caso/situação.*

A<sub>15</sub>: *Não, porém na maioria dos casos é o que dá embasamento para resolver os problemas.*

A maioria dos alunos acredita que o modelo matemático não seja “uma fórmula” que resolva todos os problemas, como pudemos observar. Contudo, os alunos reconhecem a importância da existência dos modelos matemáticos e sua aproximação da realidade ao ser elaborado. No entanto, observamos ainda uma visão arraigada do “determinismo e exatidão” da Matemática (alunos A<sub>2</sub> e A<sub>6</sub>), conferindo uma espécie de certificação de “verdade infalível”. Como se sabe, essa visão é sustentada pela concepção formalista da Matemática “baseada na verdade absoluta, com o surgimento das geometrias não euclidianas (...) colocando a Matemática mais como abstrata (...) num mundo autônomo do empírico – no mundo dos sistemas formais (BARALDI, 1999, p. 11).

Baraldi (1999) coloca que essa concepção é retratada pela demonstração de teoremas e fórmulas, que ignoram outros aspectos que circundam a Matemática, como o contexto histórico, social, político e cultural. O que nos surpreendeu foi a resposta de um dos alunos – o aluno A<sub>7</sub> – que refuta a questão da representação matemática por um sistema formal, afirmando que “em problemas do dia a dia existem variáveis que não são consideradas em formas algébricas e existem problemas da vida que fórmulas matemáticas não são capazes de solucionar.” Essa também é a posição defendida por Baraldi (1999, p. 12) que nos explica que a concepção falibilista joga por terra a concepção de verdade absoluta, substituindo-a “pela verdade relativa, tonando o conhecimento matemático falível, corrigível e sujeito a revisões”. Além do mais, como a autora pontua, nesta concepção, o conhecimento matemático não pode ser separado do conhecimento de outras áreas do conhecimento, nem tampouco, das práticas sociais e culturais, e deve ser baseado na formulação de problemas cuja solução surge da mediação social onde sentidos e estratégias são negociados entre alunos e professores numa construção coletiva e interativa do conhecimento.

No entanto, para atingirmos este estágio, o sistema educacional e as metodologias de ensino devem passar por mudanças e talvez daí, a lógica *fuzzy*, como já dito nesta tese, ocupará merecido lugar nas aulas de Matemática. Mas, a autora alerta que há um grande caminho a ser percorrido e que “o encarar da incerteza do e no conhecimento matemático seja, talvez, o próximo estágio de maturidade da humanidade, frente ao desenvolvimento”. (BARALDI, 1999, p.12).

Na questão 9, os alunos tiveram que opinar acerca do conhecimento da legislação pertinente à área ambiental para o exercício da profissão de Engenheiro Ambiental. Todos responderam que consideram o conhecimento da legislação ambiental importante para o exercício profissional como parte da qualificação técnica. Isso evidencia o caráter multidisciplinar da Engenharia Ambiental.

A questão 10 questionava a aplicação da legislação ambiental. Dois alunos assinalaram que “há pouca efetividade, pois a maioria das empresas não respeitam a legislação ambiental, continuam poluindo e ainda recorrem das multas”. Treze alunos assinalaram que “há efetividade média da legislação ambiental e maioria das empresas procura adequar-se aos padrões exigidos”. A efetividade da norma jurídica está relacionada diretamente à eficácia da norma jurídica: se impor, ser observada por seus destinatários e cumprir a sua finalidade. Apontar média efetividade da norma ambiental se deve ao fato de que nas últimas décadas à questão da sustentabilidade se tornou urgente, atingindo às corporações e provocando a adoção de medidas sustentáveis decorrentes da edição de legislação e da assinatura de acordos internacionais de proteção ao Meio Ambiente.

A questão 11 versava sobre o Novo Código Florestal e as mudanças que trará. Um aluno assinalou que não ouviu falar do Novo Código Florestal; 6 alunos afirmaram que já ouviram falar do Novo Código Florestal e saberiam citar as principais mudanças e 8 alunos afirmaram que ouviram falar do Novo Código Florestal, mas não saberiam citar as principais mudanças. O Novo Código Florestal foi sancionado em 2012 e foi alvo de discussões acirradas no âmbito legislativo, executivo e pela sociedade civil, sobretudo, ruralistas que travaram uma disputa com os ambientalistas.

O Novo Código Florestal desagradou a muitos, e trouxe como principais alterações, a criação do Cadastro Ambiental Rural obrigatório para todas as propriedades, a Cota de Reserva Ambiental que permite preservar áreas com percentuais superiores aos que a lei exige, assim como, a introdução de novos conceitos como manejo sustentável e área verde urbana, recuperação da vegetação nativa das APPs (áreas de preservação permanente) cujas faixas de recomposição dependem do módulo fiscal, manutenção dos percentuais mínimos para composição da Reserva Legal, entre outras. Ainda é cedo para analisar a efetividade do Novo Código Florestal, pois foi sancionado há apenas um ano. No entanto, é necessário que seja objeto estudo dos

alunos do Curso de Engenharia Ambiental que irão se defrontar com as situações nele previstas no exercício da profissão.

A última pergunta do questionário indagou se os alunos apresentaram dificuldades na leitura e interpretação dos julgados (acórdãos) da atividade 2. Seis alunos afirmaram que a linguagem jurídica é de difícil compreensão, por isso apresentaram dificuldades na leitura e interpretação dos julgados; outros seis alunos afirmaram que apresentaram pouquíssima dificuldade, apenas em alguns termos jurídicos e três alunos não apresentaram dificuldades e afirmaram ter conseguido interpretar os julgados. Dentre estes três últimos alunos, dois deles já trabalharam na área de gestão ambiental e o outro trabalhava em um escritório de advocacia – conforme levantado no Questionário 1 -, portanto, tinham contato com a linguagem jurídica, daí não apresentarem dificuldades na interpretação dos dados. É sabido que haverá contato recorrente dos profissionais de Engenharia Ambiental com processos judiciais deflagrados pelas empresas onde trabalharão ou em consultorias, sendo importante terem contato com os conceitos jurídicos e os termos específicos utilizados no âmbito do Direito Ambiental.

### **3.7 Os indicadores de estruturação do pensamento durante o ciclo de MM de uma relação jurídica: as ideias de Sternberg e Ennis**

Com base na proposta desta tese, desenvolvemos os indicadores de estruturação do pensamento durante o ciclo de MM de uma relação jurídica com enfoque transdisciplinar e com base na Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Os indicadores foram elaborados a partir da adaptação de um dos tópicos do trabalho de doutoramento de Maria João Afonso da Universidade de Lisboa – Portugal, publicado em 2007 e intitulado “Paradigmas diferencial e sistêmico de investigação da inteligência humana: perspectivas sobre o lugar e o sentido do construto ”, o qual aborda as ideias de David Wechsler e Robert Sternberg<sup>97</sup>.

---

<sup>97</sup> Afonso (2007) comenta que Sternberg critica o fato da escola e dos testes desenvolverem um conjunto limitado de competências, o que conduz os estudantes ao insucesso. Afonso (2007, p. 185) explica que há uma diferença entre sucesso acadêmico e sucesso na vida cotidiana “já que este parece depender de um leque mais alargado e complexo de competências que excedem as que são promovidas pela escola.” E relata as experiências negativas de baixo desempenho que Sternberg teve nos testes de inteligência,



Estes estudiosos postularam ideias sobre a inteligência humana apresentando novas perspectivas de como analisá-la e de como considerá-la diante da evolução do comportamento humano, reelaborando os testes de aferição na medida em que passaram a considerar outras variáveis, tais como, o componente cultural e motivacional. Dentro das teorias que desenvolveram, ambos abordam o que chamam de comportamento inteligente, que em nosso entendimento configura como a utilização assertiva das habilidades e competências em diversas situações, atualmente requeridas de um profissional de Engenharia, como expusemos no primeiro capítulo.

Segundo Wechsler *apud* Afonso (2007) a inteligência é global, e para tanto, assume uma postura holística, “porque caracteriza o comportamento de um indivíduo como um todo” constituindo um produto de interações de aptidões que perfazem um conjunto de manifestações por meio do que denominou de comportamento inteligente, que configura uma estrutura que abrange vários fatores.

Afonso (2007, p. 176) explica que para Wechsler, a inteligência é definida por fatores cognitivos, contextuais, experienciais e não- cognitivos (também denominados de não-intelectivos que agregados com as capacidades conativas, fazem parte das componentes não-cognitivas da inteligência geral e que incluem motivação ou vontade, persistência ou perseverança, consciência dos objetivos pessoais, planejamento, curiosidade, sucesso na persecução dos objetivos, traços de personalidade, atitudes, interesses e valores pessoais).

Mas, para ser qualificado como inteligente o comportamento, segundo Wechsler *apud* Afonso (2007, p. 181) deve possuir os seguintes atributos:

(...) o comportamento tem que ser consciente, isto é, emitido por um indivíduo que conhece do seu próprio comportamento e, em última análise, sabe o porquê desse comportamento. (...) o comportamento inteligente não é aleatório, mas dirigido a uma finalidade. (...) o comportamento inteligente é consistente e racional, capaz de ser deduzido logicamente, o que o distingue de outros comportamentos que ainda que compreensíveis podem ser, ainda assim irrelevantes. (...) o comportamento inteligente é útil, tem valor por ser considerado relevante e profícuo, de acordo com critérios consensualmente aceitos em determinado grupo.

Portanto, o comportamento inteligente agrega o componente crítico porque a reflexão é determinante, como vemos pelos atributos colocados por Wechsler.

---

superadas quando uma professora de postura flexível adotou novas estratégias que lhe possibilitaram enxergar novas possibilidades além daquelas que supostamente os testes revelavam.

Afonso (2007) aborda também as teorias de Robert Sternberg, psicólogo americano cujos estudos estão voltados para a Psicologia Cognitiva. As principais teorias de Sternberg citadas por Afonso (2007) são: Teoria Componencial da Inteligência, Teoria Triárquica da Inteligência, Teoria da Inteligência Funcional e Modelo CAPS (Inteligência criativa, analítica e prática sintetizadas) e Modelo WICS (sabedoria, inteligência e criatividade sintetizadas).

Para elaborar os indicadores de estruturação do pensamento utilizamos a Teoria Triárquica da Inteligência proposta por Sternberg (1985). Esta teoria é composta por três subteorias e a cada uma delas está associada um tipo de capacidade: subteoria componencial (analítica), subteoria experiencial (criativa) e a subteoria contextual (prática). A subteoria componencial implica na capacidade de adquirir e armazenar informações e possui três componentes básicos, denominados de componentes executivos: metacomponentes, componentes de rendimentos e componentes de aquisição de conhecimento. Afonso (2007, p. 192) esclarece que Sternberg designa como componentes “os processos elementares de tratamento da informação que operam sobre as representações mentais de objetos ou símbolos” e aí podemos afirmar que estaria inclusa a representação algébrica do modelo matemático.

Segundo Sanchez e Sternberg (1991) os metacomponentes são utilizados para planejar, acompanhar e avaliar a solução de um problema, e conseqüentemente, relacionam-se com a tomada de decisão. Afonso (2007) cita como metacomponentes da subteoria componencial de Sternberg: reconhecimento e definição do problema, seleção das componentes de ordem inferior, seleção de uma estratégia de combinação de componentes de inferior, seleção de uma ou mais formas de representação ou organização da informação, resolução do problema, monitorização da resolução, recepção e integração do feedback externo. A autora explica que os metacomponentes são responsáveis pelo processamento e determinam quais componentes, representações e estratégias deverão ser aplicados ao problema com o qual o sujeito se defronta. Incluem-se também no rol dos metacomponentes, a codificação seletiva, a comparação seletiva e a combinação seletiva que também aparecem na subteoria experiencial.

Por sua vez, os componentes de rendimento executam o que determinam os metacomponentes e envolvem a codificação, inferência, *mapping* (relação entre as relações), aplicação de inferências às situações novas, comparação, justificativa. Já os

componentes de aquisição do conhecimento são utilizados para obter, armazenar e transferir novos conhecimentos a outros contextos. Incluem-se no rol dos componentes de aquisição de novos conhecimentos a codificação seletiva, a comparação seletiva e a combinação seletiva, cujo significado encontra-se no quadro dos indicadores e que também aparecem na subteoria experiencial.

Prieto Sanchez e Sternberg (1991) explicam que a subteoria experiencial está relacionada com a aplicação dos componentes da inteligência para solução de tarefas e problemas com os quais os indivíduos se defrontam no cotidiano. Para tanto, os autores esclarecem que esta subteoria apresenta dois aspectos essenciais: capacidade para enfrentar situações e tarefas novas e controle e automatização da informação (interiorização da aprendizagem).

As tarefas e situações com as quais os indivíduos irão se deparar não são familiares e exigem respostas rápidas e eficazes, como pontuam Prieto Sanchez e Sternberg (op.cit), daí, exigir maior flexibilidade e criatividade por parte dos indivíduos, envolvendo mais mecanismos mentais para se lidar com a novidade. As situações novas exigem uma movimentação conceitual conforme explica Afonso (op.cit), pois o indivíduo vai passar de um sistema conceitual com o que está habituado para um sistema conceitual novo. Esta passagem implica nos seguintes processos denominados de críticos, conforme coloca a citada autora: codificação da expectativa de mudança no sistema conceitual; acesso ao novo sistema conceitual; identificação de um conceito apropriado no novo sistema conceitual; aceitação de relações não-convencionais entre conceitos; resposta à eventual violação da expectativa de mudança no sistema conceitual e regresso ao sistema conceitual convencional. Cabe lembrar que o que pode ser novidade para um indivíduo poderá não ser para outro, portanto, devemos ter cuidado ao abordar o termo “situações novas”.

A automatização por sua vez, se reforça na medida em que o indivíduo executa a mesma tarefa várias vezes, portanto, adquire experiência, expertise, e passa a aplicar ou executar a tarefa sem exigir maiores esforços cognitivos. Especialistas afirmam que a deficiência de automatização provoca um bloqueio no processamento da informação e conseqüentemente, o rendimento intelectual apresenta uma queda. Por sua vez, os especialistas advertem que a motivação é um fator importante no processo de automatização, e que esta leva algum tempo para se consolidar. Além disso, como

recomendam, o indivíduo deve focar-se na execução correta das tarefas para que a automatização ocorra.

A subteoria contextual relaciona a inteligência com o ambiente e implica na utilização dos componentes da inteligência em situações da vida diária (PRIETO SANCHEZ e STERNBERG, 1991). Envolve a adaptação, seleção e modelação. A adaptação possibilita que o indivíduo se ajuste ao seu meio. Na seleção, o indivíduo percebe que o seu meio possui condições adversas e busca outro que esteja mais adequado para si. Na modelação, o indivíduo modela as condições do meio onde está, para que este se torne mais adequado.

Em virtude da elaboração do projeto de lei ser uma atividade educativa e que não se concretizaria no mundo real, achamos adequado elaborar os indicadores com base nos aspectos das subteorias componencial e experiencial que estão intimamente relacionados ao processamento da informação, reconhecendo o caráter contextual quando elaboramos a dimensão 3 dos indicadores, que o representa por meio do pensamento prático. Além do mais, a escolha pelas teorias de Sternberg e Ennis encontra apoio nas práticas corporativas, pois os autores abordam esse espectro de conhecimento no âmbito da liderança, tão relevante para o mundo corporativo. Assim, diversas empresas por meio do seu departamento de recursos humanos, vêm adotando a concepção desses pesquisadores para treinamento corporativo, seleção de candidatos, entre outros, bem como livros voltados para a área de Administração de Empresas que adotam o aporte teórico dos citados autores tem sido lançados, como o de Jubran “Autonomia 360º: Saberes Aplicáveis na liderança atual”.

Por fim, Sternberg *apud* Afonso (2007) relaciona cada subteoria com um tipo de inteligência (que preferimos denominar de pensamento nesta tese por julgarmos mais adequado aos propósitos dos indicadores formulados) que permitem ao indivíduo processar as informações de diferentes maneiras: a inteligência analítica, a inteligência criativa e a inteligência prática. Afonso (op.cit) coloca que Sternberg denominou de “Successfull intelligence” (Inteligência Funcional) a teoria que agrega estas três inteligências. Afonso (2007, p. 207) afirma que a “inteligência funcional consiste na capacidade para alcançar sucesso na vida, de acordo com os critérios do indivíduo, inserido num determinado contexto sociocultural.” O que Sternberg fez foi melhorar a Teoria Triárquica da Inteligência, destacando o sucesso, um apelo midiático nos dias de

hoje, e dando maior relevância ao aspecto sociocultural, que Vygotsky (op.cit) há muito tempo dava a devida importância, sobretudo, no que diz respeito ao processo ensino-aprendizagem.

Quanto à inteligência analítica, ela está ligada ao processamento efetivo da informação e ao pensamento abstrato. Esta inteligência envolve análise, crítica, comparação, diferenciação, avaliação. A inteligência criativa permite ao indivíduo encontrar novas ideias, inclusive proporcionando que o indivíduo encontre relações coerentes entre conceitos distintos. Envolve a investigação, descoberta, imaginação, criação, invenção, suposições. Por outro lado, a inteligência prática, proporciona que os indivíduos encontrem soluções para os problemas com os quais se deparam na realidade. Englobam a execução, aplicação, utilização, e a busca de ideias relevantes que orientam a resolução do problema, inclusive, fornecendo ferramentas para que se encontre a solução para o problema individualmente. Dessa forma, o indivíduo cria certa independência e autonomia, saudáveis ao seu desenvolvimento e que o ajudarão diante de situações que dependem exclusivamente de suas ações, especialmente, em ambientes corporativos e no mundo competitivo do mercado de trabalho.

Portanto, tais inteligências são adequadas aos propósitos estabelecidos nesta pesquisa, relacionados com o desenvolvimento acadêmico e profissional dos bacharelados de Engenharia Ambiental, na medida em que poderão desencadear o desenvolvimento de uma série de competências e habilidades que os auxiliem a dirimir as contendas do mundo contemporâneo e os desafios que lhe serão apresentados.

Dessa forma, referendamos que objetivo desses indicadores é verificar quais elementos da cognição estão sendo mobilizados/utilizados pelos alunos durante o processo de modelagem sob o enfoque transdisciplinar, e quais não estão para que os professores possam redirecionar suas práticas pedagógicas a fim de desenvolver habilidades e competências necessárias para uma formação profissional cidadã e crítica ao longo da graduação em Engenharia. E este ponto de vista vai de encontro com o que Sternberg (2004) afirma que se trata de capitalizar os pontos fortes e descobrir o que o indivíduo não faz bem, e daí compensar e corrigir as próprias fraquezas. Desse trecho, deriva a definição de inteligência dada por Sternberg<sup>98</sup> em 2004: "Eu defino

---

<sup>98</sup> Definição dada em 29 de julho de 2004. Disponível em: <http://www.indiana.edu/~intell/sternberg.shtml>. Acesso em: 18 set. 2012.

(inteligência) como sua habilidade em conseguir tudo o que você quer alcançar em sua vida dentro de seu contexto sociocultural, capitalizando seus pontos fortes e compensando, ou corrigindo, as suas fraquezas." (tradução nossa)

Ele considera que as pessoas têm objetivos diferentes na vida e que aqueles que alcançam sucesso utilizando-se de padrões próprios, são pessoas que encontraram algo que conseguem fazer muito bem. Todavia, aquilo que ainda não desempenham bem, devem procurar compensar ou corrigir as fraquezas, adaptando-se, moldando-se, selecionando ambientes, mudando a si próprio para ajustar-se ao ambiente.

E esclarece que as pessoas precisam saber utilizar as habilidades analíticas, práticas e criativas, e acreditamos que o período que os indivíduos passam em instituições de ensino constitui uma grande oportunidade para aprender a desenvolvê-las e utilizá-las, sobretudo, num mercado de trabalho competitivo que temos atualmente, no qual as organizações solicitam multitarefas aos seus colaboradores, cobram metas, estão sintonizadas com a responsabilidade socioambiental. E esta tese postula por uma formação profissional que forneça subsídios para que os indivíduos possam atender as demandas das organizações.

Sternberg dedicou-se a estudar a inteligência humana e como consequência a criticar os testes de aferição e seus parâmetros balizadores, uma vez que deixavam de considerar muitos aspectos que influenciam consideravelmente na articulação cognitiva. Ele considerava o campo da inteligência complexo e para tanto, não pode reduzir-se apenas às escalas de aferição rígidas.

Como dissemos anteriormente, Sternberg considerou em seus estudos sobre a inteligência humana, a questão cultural e a questão da criatividade, muitas vezes ignoradas por inferir uma maior subjetividade, e que são fundamentais quando se fala em Aprendizagem Significativa Crítica, Educação Matemática Crítica, Interações Sociais e Perspectiva Sociocrítica da MM, como é o caso desta tese. Outro componente que Sternberg passou a considerar foi a sabedoria, afirmando inclusive que a inteligência é um pedaço da sabedoria, e que integrada com a criatividade e com o conhecimento, são elementos essenciais para o alcance de um bem comum. Para ele a sabedoria é uma espécie de inteligência prática, na qual deve se buscar o equilíbrio entre os interesses próprios, os interesses dos outros e os aspectos que envolvem o contexto do cotidiano (interpessoal – intrapessoal – extrapessoal). Este aspecto está na

remodelação que o autor fez de sua teoria anos mais tarde chamando - a de Modelo WICS, utilizada muito quando se fala em liderança, aspecto considerado de suma importância nas Ciências Gerenciais.

Esses fatores todos citados na teoria de Sternberg – como criatividade, sabedoria, cultura - são pontos observados quando se fala em transdisciplinaridade, como fizemos neste trabalho.

Miranda (2002) *apud* Afonso (2007) explica que o conceito de inteligência é bastante abrangente, como mostrou Sternberg e ligado ao comportamento adaptativo. Atualmente, como ressaltamos em diversas passagens desta tese, as organizações dão ênfase à contratação de profissionais multitarefas, o que exige capacidade de adaptação, ajuste, reinvenção para se adequar às exigências da organização e para tanto, há necessidade de desenvolver uma gama maior de competências e habilidades.

Embora tenhamos definido competência e competências matemáticas no Capítulo 2, adotamos a noção de Ricardo (2011) sobre competências e habilidades, uma vez que se enquadra com a proposta que desenvolvemos nesta tese com o Curso de Formação Acadêmica e Profissional e com os indicadores desenvolvidos a partir de estudos sobre a cognição, como o nível de mobilização os conhecimentos matemáticos, estilos de pensamento, TFC:

Primeiramente, vamos assumir as **competências como sendo múltiplos recursos cognitivos mobilizáveis para agir com discernimento em determinadas situações**. E, as **habilidades são a consolidação de um conjunto desses recursos cognitivos que foram gerenciados e mostraram uma ou mais faces em um momento dado e em um contexto específico**. **As habilidades são, portanto, a dimensão observável das competências**. (...) Uma competência ou uma habilidade não será apenas a execução de uma tarefa pela mera aplicação de conhecimentos memorizados. Em ambos os casos, estarão em jogo esses conhecimentos, mas também informações, juízo de valores, atitudes, planejamento de estratégias, racionalização de recursos, antecipações, generalizações e outras capacidades humanas que precisam ser treinadas. Não no sentido mecânico da palavra, mas exercitadas em diferentes cenários e situações. (RICARDO, 2011, p. 3-4, grifo nosso)

Salientamos que estes indicadores podem ser utilizados por outros cursos e níveis de ensino com a devida adaptação. Nesta tese, os indicadores foram elaborados e utilizados para análise dos modelos matemáticos de relações jurídicas pelos alunos para investigar como se opera a flexibilidade cognitiva e quais conhecimentos são mobilizáveis.

Sobre o pensamento crítico, a concepção aqui utilizada é a do pesquisador americano Robert Ennis (1993), adotada atualmente pelos teóricos que atuam na área de Administração de Empresas, porque tem forte relação com o desempenho profissional. Ele conceitua pensamento crítico como um “pensamento, razoável reflexivo que é focado em decidir em que acreditar ou o que fazer.” Souza (2005, p. 78) explicita o conceito proposto por Ennis:

(...) Essa definição advém da combinação de cinco termos-chave: prática, reflexiva, racional, crença e ação. O termo “prática”, por ser um hábito, “reflexiva”, pelo uso da consciência, “racional”, por ser baseado na razão, “crença” porque dá origem às convicções do homem e “ação”, por direcionar suas atitudes.

Souza (op.cit) esclarece que a definição dada por Ennis não descarta o pensamento criativo, nem tampouco o critério de análise e avaliação das informações para a tomada de decisões.

Souza (2005) ainda explica que para o pensamento crítico desencadear-se é necessária a articulação de um conjunto de disposições e habilidades. O autor (2005, p. 78-79) afirma que as disposições “representam as atitudes e o estado de espírito do indivíduo em relação à sua forma de agir e pensar frente a um problema”. Segundo o referido autor, as capacidades “representam as habilidades e aptidões intelectuais necessárias para operacionalizar o pensamento crítico.”

Ennis (1993) cita as principais disposições e habilidades que caracterizam o pensamento crítico: ter mente aberta e consciente de alternativas; tentar ser bem informado; julgar a credibilidade das fontes; identificar razões, suposições e conclusões; julgar bem a qualidade de um argumento, incluindo a aceitação de suas razões, suposições e evidências; poder muito bem desenvolver e defender uma posição razoável; solicitar perguntas apropriadas esclarecedoras; formular hipóteses plausíveis; planejar e realiza bem os experimentos; definir os termos de um modo apropriado para o contexto; tirar conclusões quando tal se justifique, mas com cautela e integrar todos os aspectos acima do pensamento crítico.

O pensamento crítico é importante para a tomada de decisões como dito anteriormente, porque fornece um norte mais equilibrado, acima de tudo, para aqueles que atuam no mundo corporativo. Mas, contribui também para tomar decisões pessoais mais centradas e úteis quando se trata do bem coletivo. Ennis (op.cit) recomenda que se



forneçam aos alunos situações reais variadas, como fizemos nos casos abordados ao longo do Curso para que possam ter uma visão das amplas possibilidades. Recomenda que o professor estimule o debate sobre as situações expostas, para que os alunos possam apresentar sua posição, argumentar, levantar hipóteses, e estar aberto a ouvir o outro e a refletir.

Abaixo segue o quadro com os indicadores de Flexibilidade Cognitiva para a estruturação do pensamento em um ambiente de MM de relação jurídica:

**Quadro 15 – Indicadores de Flexibilidade Cognitiva para a estruturação do pensamento em um ambiente de modelagem matemática de relações jurídicas**

<b>Dimensões</b>	<b>Categorias</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Análise da FC</b>
<b>Dimensão 1 Organização da Informação</b>	<b>Categoria A Elementos Componentiais (Sternberg)</b>	1 – Definição do problema: qual problema será abordado 2- Codificação seletiva: separar a informação relevante da não relevante em função da natureza do problema. 3 – Comparação seletiva: relacionar informação recentemente adquirida com a informação previamente obtida no passado. 4 – Combinação seletiva: articular a informação ou combinar de maneira que forme um todo coerente e plausível. 5 – Seleção de uma ou mais formas de representação ou organização da informação. 6 – Resolução do problema: elaboração do modelo matemático 7 – Monitorização da resolução: validação do modelo matemático	0 – 2: Nenhuma 3 - 4: Fraca 5: Moderada 6: Forte 7: Muito Forte
<b>Dimensão 2 Sistema Conceitual</b>	<b>Categoria B Elementos experienciais (Sternberg apud Afonso, 2007)</b>	1 – Correlação entre os conceitos fundamentais 2 – Estabelecimento de um novo sistema conceitual 3 – Identificação de um conceito apropriado no novo sistema conceitual 4 – Aceitação de relações não convencionais entre conceitos 5 – Resposta à eventual violação da expectativa de mudança no sistema conceitual (estabelecimento de sanção)	0: Nenhuma 1: Fraca 2 – 3: Moderada 4: Forte 5: Muito Forte

<p><b>Dimensão 3 Estruturantes do Pensamento Matemático</b></p>	<p><b>Categoria C Elementos Funcionais: (Sternberg apud Afonso, 2007 e Ennis, 1993. * definições dos indicadores ipsis literis dos autores)</b></p> <p>Capacidades cognitivas e conhecimentos matemáticos mobilizados</p>	<p><b>C.1. Capacidades cognitivas</b></p> <p><b>1 – Pensamento criativo:</b> envolve as componentes de processamento de informação conscientemente aplicadas a tarefas e situações relativamente novas, exigindo a <u>emissão de alternativas</u> ou a transformação da <u>informação para criar nova informação</u>.</p> <p><b>2 – Pensamento analítico:</b> envolve as componentes de processamento de informação conscientemente aplicadas a tarefas e situações relativamente familiares e de <u>conteúdo abstrato</u>, ou <u>exigindo um juízo de natureza abstrata</u>, como a resolução de problemas e a tomada de decisão. Deve apresentar coesão e coerência.</p> <p><b>3 – Pensamento prático:</b> envolve a aplicação das componentes de processamento da informação aos <u>problemas e situações que confrontam diariamente o indivíduo nos seus diversos contextos de vida</u> – acadêmico, profissional, familiar, lúdico, relacional, comunitário, etc. – e que lhe exigem resposta adaptativa.</p> <p><b>4 – Pensamento crítico:</b></p> <p>4.1 - Ter mente aberta e consciente de alternativas 4.2 - Tentar ser bem informado 4.3 – Identificar e apresentar razões, suposições e conclusões 4.4 - Formular hipóteses e argumentos plausíveis; 4.5 - Definir os termos de um modo apropriado para o contexto</p>	<p>0 – 1: Nenhuma 2 - 3: Fraca 4: Moderada 5 – 6: Forte 7 – 8: Muito Forte</p>
		<p>C.2 - Conhecimentos matemáticos mobilizados</p> <p>1 - Matemáticos 2 – Intramatemáticos 3 - Extramatemáticos</p>	<p>0: Nenhuma 1: Fraca 2: Moderada 3: Forte</p>

Fonte: Elaborado pela autora da tese com base na adaptação do trabalho de Sternberg apud Afonso (2007) e Ennis (1993).

Para análise dos protocolos de pesquisa com base nos indicadores, foi desenvolvida uma escala de intensidade, no sentido de revelar indícios de flexibilidade cognitiva na elaboração de modelos matemáticos de relações jurídicas com o propósito de subsidiar novas práticas pedagógicas com enfoque transdisciplinar nas aulas do Curso de Engenharia Ambiental, como já foi dito nesta tese. Foi observado também o rito proposto para a modelagem matemática de relações jurídicas, citado no Capítulo 2, que representa o Ciclo de MM de relações jurídicas.

Na análise dos trechos do projeto de lei foram utilizadas as variáveis qualitativas nominais (sim/não) sendo “sim” = 1 e “não” = 0. Identificando-se a presença do indicador atribui-se “sim” e respectivamente pontuação 1, caso contrário, será atribuído “não” e pontuação zero. Ao final, efetuada a soma dos pontos, observa-se

na escala daquela categoria qual foi a intensidade da FC identificada. O resultado final da análise leva em conta o somatório dos pontos das categorias, verificando-se em que faixa se enquadra:

#### **Quadro 16 – Escala de Intensidade para verificação de Índícios de FC**

≤ 10% → não ocorreu FC.
Baixa (10% a 49% de mobilização dos elementos das categorias A, B e C)
Moderada (50% a 79% de mobilização dos elementos das categorias A, B e C)
Forte (80% a 95% de mobilização dos elementos das categorias A, B e C)
Muito Forte (96% a 100% de mobilização dos elementos das categorias A, B e C)

Fonte: Elaborado pela autora da tese.

Essas faixas da escala foram estabelecidas após a realização de testes para validá-las. Passemos à análise dos modelos matemáticos que foram elaborados pelos grupos.

### **3.8 Análise dos modelos matemáticos elaborados pelos alunos**

Fizemos um recorte na análise dos protocolos de pesquisa em virtude do Curso ministrado apresentar muitas atividades, principalmente as de caráter estritamente jurídico e assim analisamos apenas os modelos matemáticos elaborados pelos alunos com base nos indicadores. A questão que solicitava a modelagem matemática de relação jurídica consistia na elaboração de uma legislação sobre poluição sonora no transporte público com a respectiva elaboração de um modelo matemático que previa a sanção.

Os alunos puderam exercer a função legislativa decorrente do poder derivado atribuído aos vereadores, deputados e senadores. Com base nas ideias de Sousa Jr (2008) sobre o Direito Achado na Rua, fruto das discussões e anseios da população, proporcionamos aos alunos elaborarem a legislação de acordo com suas vivências e com os conhecimentos adquiridos durante o Curso e os diversos *cases*. Isso certamente fomenta a perspectiva sociocrítica.

## a) Modelo Matemático 1

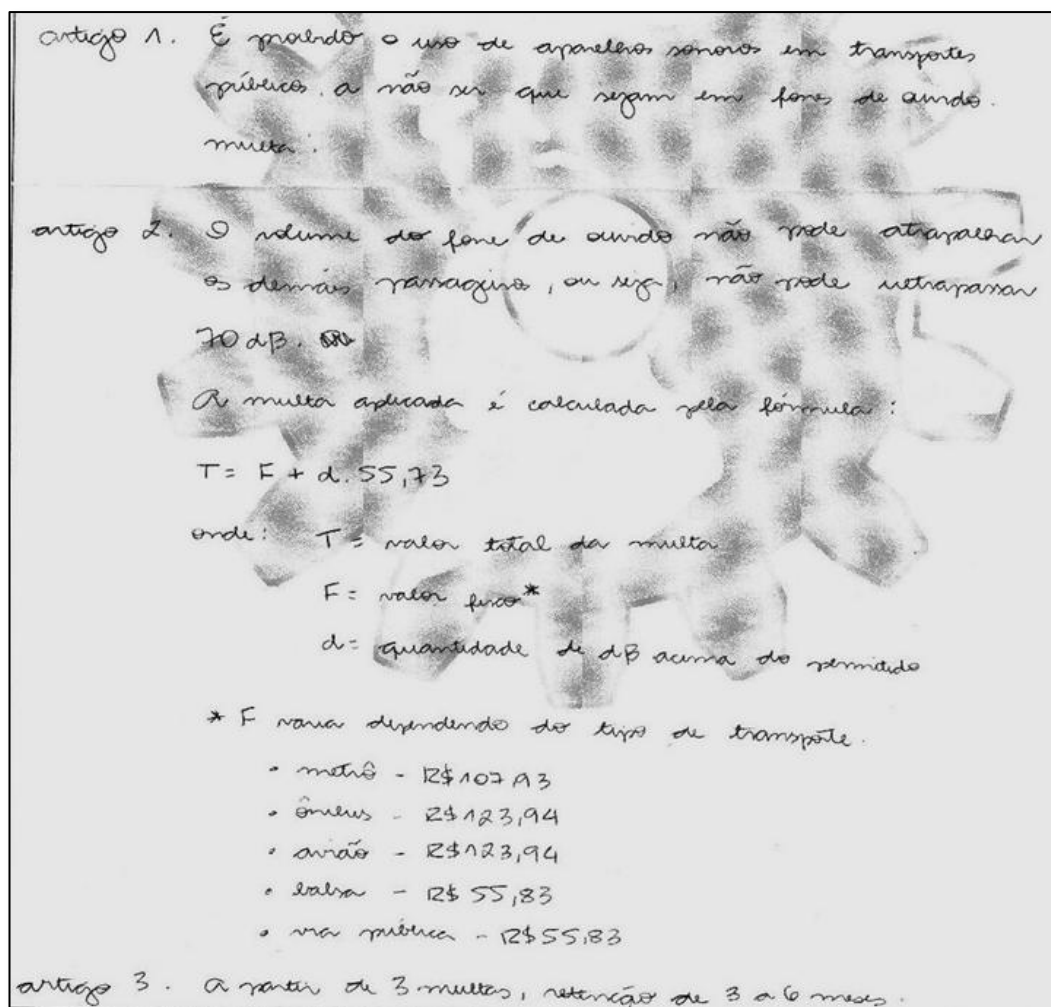


Fig. 61 – Modelo matemático 1

### Comentários:

O problema ficou bem definido no artigo 1, portanto, apresenta o elemento componencial 1 da categoria A. Ainda é possível observar a codificação seletiva nos artigos 1 e 2, quando deixam claro que os aparelhos sonoros podem ser utilizados, desde

que o usuário esteja com fones de ouvido e que o volume não pode atrapalhar os passageiros, ou seja, não pode ultrapassar 70 decibéis. Há uma impropriedade no art. 2º: “volume do fone de ouvido”.

O grupo se expressou de modo confuso ao apontar que o valor de F é “fixo e varia dependendo do tipo de transporte”. “F” refere-se ao tipo de transporte, daí, como se pode observar o valor passa a ser “fixo” para aquele tipo de transporte especificado. Outro valor fixo é R\$ 55, 73, para o qual não foi especificado se o quantum é com base em algum índice, por exemplo, o mesmo ocorrendo com os valores atribuídos a cada tipo de transporte. Os indicadores 3, 4 e 5 da categoria A ainda se apresentam frágeis para este caso, pois faltam informações que deixem a lei mais precisa, inclusive em relação à fiscalização e reincidência, bem como a melhor organização dos dados matemáticos. Há uma incoerência entre o objeto da lei – que é a poluição sonora no interior de transporte público e um dos dados: via pública.

A expressão correta é detenção e não retenção; isso demonstra a pouca familiaridade com termos jurídicos, esboçando que o âmbito jurídico é de fato um domínio complexo, com uma linguagem bem particular. Obedecendo-se ao sistema penal brasileiro, a detenção pode ser convertida em pena alternativa, desde que se preencham os requisitos legais.

Embora a balsa não seja um meio de transporte comum, ela está presente na cidade de SP, na zona sul. Há uma balsa que faz a travessia entre o Grajaú e a Ilha do Bororé, que é uma APA (área de proteção ambiental). Essa referência à balsa foi bastante interessante, e talvez algum dos componentes do grupo já tenha feito a travessia de balsa nesta região da cidade. Em relação aos indicadores 6 e 7, o modelo matemático está presente e sua validação torna a multa bastante alta para os dias atuais. Talvez tenham elaborado dessa forma para inibir a reincidência. Suponha que a infração ocorra no interior do metrô aferindo-se 83 decibéis. O cálculo da multa será efetuado da seguinte maneira:  $T = 107,93 + 83 \cdot 55,73 = \text{RS } 4733,52$ , valor alto para os padrões financeiros dos usuários de transporte público.

Como sugestão, a multa poderia ser calculada apenas pelo tipo de transporte:  $TM = \text{tipo de transporte}$  (exemplo:  $TM = 107,00$ , pois a infração foi cometido no metrô; caso haja reincidência, poderia ser calculada da seguinte forma:  $TM = \text{tipo de transporte} + 55,73$  por reincidência, assim teríamos:  $TM = 107 + 55,73 \cdot 2 =$

218,46, lembrando que a reincidência ocorrerá após a 1ª infração e que 55,73 é um valor fixo definido pelo poder público para custear a manutenção dos aparelhos medidores dos níveis de ruído). Também o modelo matemático poderá ser definido em função do nível de ruído:  $TM = [(55,73 \cdot d_b) : 10] + 10$  cestas básicas. Suponha que o infrator tenha gerado 72 decibéis de ruído:  $TM = [(55,73 \cdot 72) : 10] = 401,25$  e mais 10 cestas básicas. O valor da multa não é abusivo, pois comparando-se ao valor das multas de trânsito, há algumas consideradas graves cujo valor é de R\$ 574,62.

Outra opção seria estipular a multa apenas pelo tipo de transporte e cestas básicas:  $TM = \text{tipo de transporte} + \text{cestas básicas}$  (10 cestas básicas na primeira infração e a cada nova infração será de 10 a 20 cestas básicas destinadas a uma instituição como orfanatos, asilos, creches, abrigos).

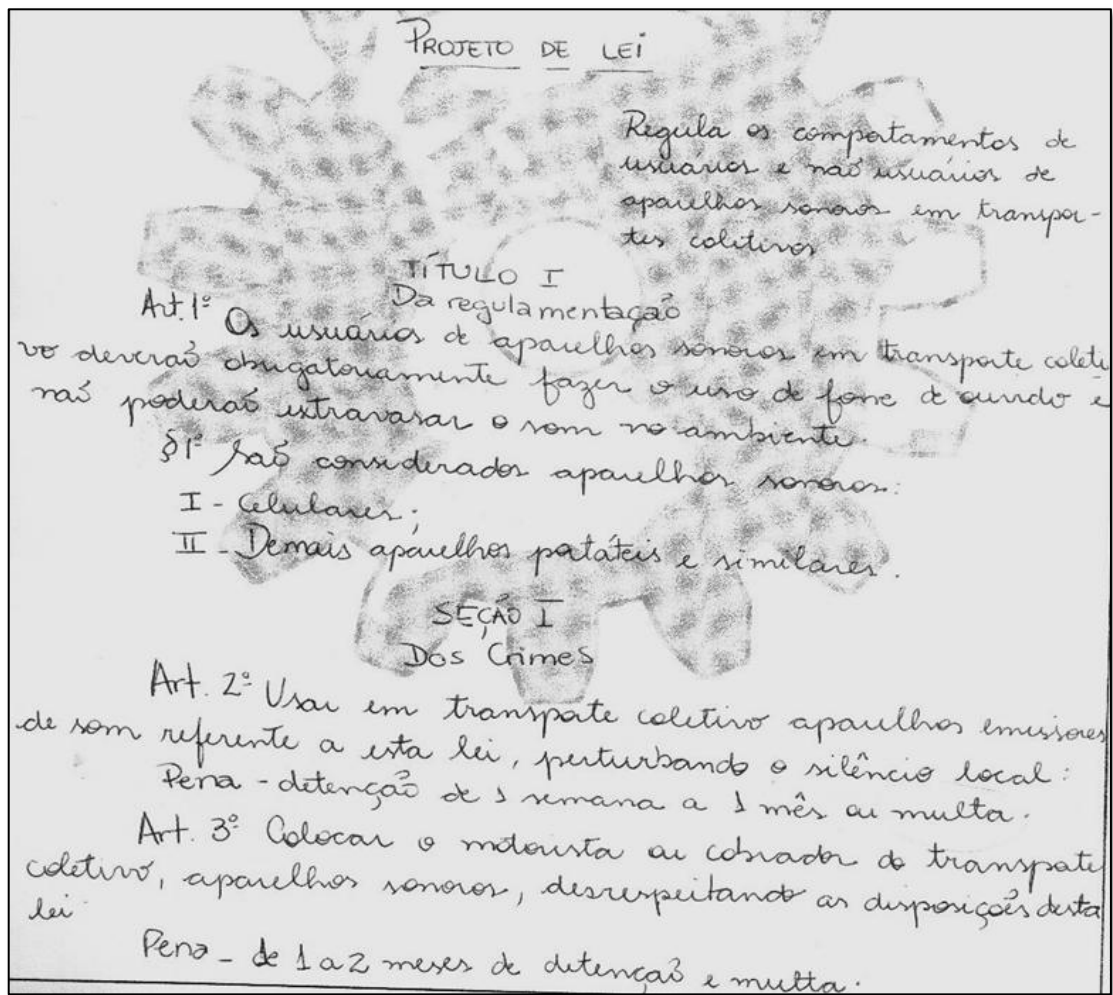
O grupo ainda conserva a expressão “fórmula” ao invés de modelo matemático, expressão recorrente em sala de aula, sobretudo, pelo professor. A pontuação da categoria A foi 4, portanto, a FC é fraca para esta categoria.

Em relação à categoria B, não foram identificados os indicadores 1 e 2. No entanto, o indicador 3 está presente – no caso da citação da balsa como meio de transporte no município de SP -, assim como o indicador 4, quando praticamente “equipara” ônibus e avião pelo valor da multa, portanto, há uma relação não convencional entre esses dois tipos de transporte. Também foi verificada a presença do indicador 5, por meio do estabelecimento da sanção – multa e detenção. A pontuação desta categoria foi 3, portanto, a FC aqui apresenta-se moderada.

Na categoria C, foram observados os seguintes elementos funcionais: pensamento criativo (citação da balsa), assim como o pensamento prático, que foi constatado pela definição do objeto da lei, que integra o cotidiano dos alunos que formularam o projeto de lei. Não mobilizaram o pensamento analítico, pois a lei e seus parâmetros matemáticos estavam frágeis. Foi identificado indício de pensamento crítico, pelo indicador 4.2, que no caso, aponta para a presença do meio de transporte balsa, portanto, demonstraram-se bem informados sobre a existência deste tipo de transporte na cidade de SP. Para esta categoria a pontuação foi 3, portanto, FC fraca. Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada.

De modo geral, constatamos que a FC está baixa, pois constatamos que houve mobilização de 43% dos elementos das categorias A, B e C havendo necessidade de se empreender esforços para solidificá-la.

## b) Modelo Matemático 2







e o limite de decibéis no interior do meio de transporte não poderá ultrapassar 60 decibéis. Não identificaram a que se referem alguns valores fixos do modelo matemático, como o valor 2000 e 100, bem como em que esses valores foram baseados. O indicador 2 aparece no art. 1º § 1º, quando o grupo define o que pode ser considerado aparelho sonoro para os fins daquela lei e também no uso das disposições da Lei 9099/95 que prevê a transação penal e é destinada aos juizados especiais criminais. A referência a esta lei ou deve-se à pesquisa efetuada pelo grupo ao elaborar o projeto de lei ou decorre de alguma experiência pessoal ou relatos e notícias a respeito. O indicador 3 está evidenciado na punição de motorista e cobradores que usem aparelhos sonoros, o que denota que algum membro do grupo já deve ter presenciado este tipo de conduta no interior de algum meio de transporte público.

Os indicadores 4 e 5 da categoria A ainda se apresentam frágeis para este caso, pois faltam informações que deixem a lei mais precisa, inclusive em relação à definição dos tipos de transporte público a serem abrangidos pela lei, fiscalização, forma de aferição de quantidade de decibéis e melhor organização dos dados matemáticos. O grupo utilizou a expressão “modelos matemáticos” no art.8º, mas posteriormente designaram de “equação”.

O grupo definiu penas cumulativas e alternativas como se vê nos artigos 2º e 3º; isso demonstra que de alguma forma houve uma pesquisa para a elaboração desse projeto de lei, inclusive dando a entender que há infração de menor potencial ofensivo.

Em relação aos indicadores 6 e 7, o modelo matemático está presente e sua validação torna a multa bastante alta para os dias atuais. Talvez tenham elaborado dessa forma para inibir a reincidência, como se viu no Modelo Matemático 1. Suponha que a infração ocorra no interior de um ônibus aferindo-se 70 decibéis. O cálculo da multa será efetuado da seguinte maneira:  $T = 2000 \cdot 70 = \text{RS } 140.000,00$ . Suponha que fossem aferidos 70 decibéis e o indivíduo fosse reincidente (2 reincidências), o cálculo seria efetuado da seguinte forma:  $T = 2000 \cdot 70 + 100 \cdot 2 = 140.000 + 200 = \text{R\$ } 140.200,00$ . O grupo teria que validar o modelo matemático de acordo com os padrões financeiros do homem médio brasileiro que usa o transporte público, pois o quantum da multa está acima dos padrões. A pontuação da categoria A foi 5, portanto, a FC é moderada para esta categoria. Esse modelo apresenta praticamente os problemas do modelo

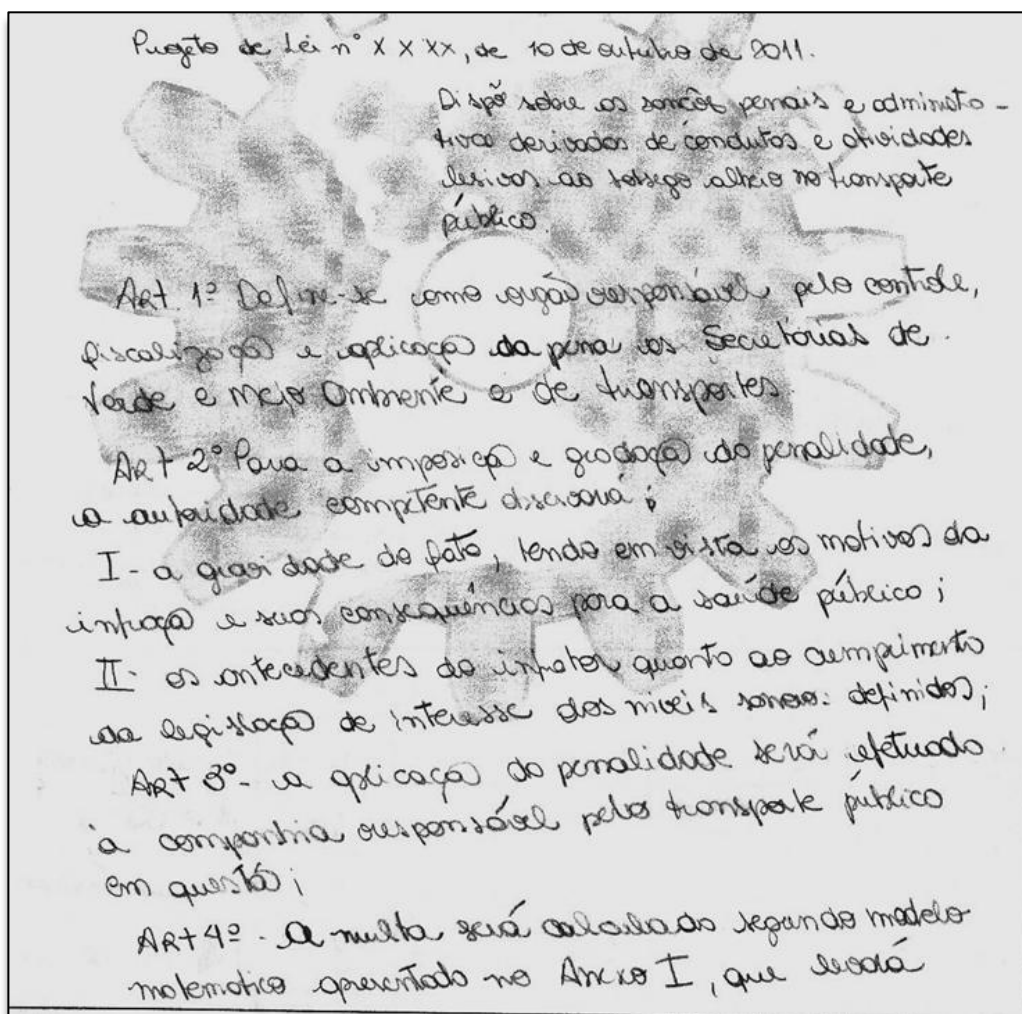
matemático 1, e para tanto, podemos efetuar as mesmas sugestões que fizemos anteriormente.

Em relação à categoria B, não foram identificados os indicadores 1, 2 e 4. No entanto, o indicador 3 está presente – no caso da tentativa de indicar o que é considerado aparelho sonoro. Também foi verificada a presença do indicador 5, por meio do estabelecimento da sanção – multa (o texto deixa dúvidas se é pecuniária ou não, pois no anexo I o valor da multa está relacionado às cestas básicas) e detenção. A pontuação desta categoria B foi 2, portanto, a FC aqui se apresenta moderada.

O grupo colocou títulos, parágrafos, seções, anexos e disposições finais, com uma estrutura semelhante de uma lei, demonstrando que fizeram uso de indicadores do pensamento crítico, como por exemplo, tentar ser bem informado – quanto à estrutura de uma lei e lei dos juizados especiais, assim como fizeram uso do indicador “ter mente aberta e consciente de alternativas” quando citam as penas alternativas no anexo I, embora o texto esteja confuso e se relacione com o valor da multa. Foi identificado o indicador 4.5, uma vez que tentaram estabelecer quais são os aparelhos sonoros abrangidos pela lei. Utilizaram também o pensamento prático para demonstrar que a infração não é cometida apenas pelos usuários do transporte público como se vê no art. 3º.

Não foram observados indícios de pensamento analítico e criativo, sendo necessário empreender esforços para que se desenvolvam. Assim, a pontuação desta categoria foi 4, apresentando FC moderada. Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está moderada, pois o grupo utilizou 56% dos elementos das categorias A, B e C, o que é um fator positivo para avançar no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

c) Modelo Matemático 3



em consideração:

- I - nº de autocarros efetuados ao longo responsável;
- II - nº de advertências efetuadas à companhia responsável pelo transporte público da linha autocarros;
- III - nº de insucesso <sup>na viagem</sup> da linha conforme pesquisa do Secretário de transporte;
- IV - valor atual da passagem do referente transporte público.

Art 5º - Será entendido como ato punível de multa qualquer autocarro ao longo responsável referente aos:

- I - abuso de volume de apaltes acústicos;
- II - abuso de instrumentos sonoros

Art 6º - Os valores arrecadados através das multas aplicadas serão enviados às entidades e instituições sem fins lucrativos que auxiliam deficientes auditivos

Modelo

$$M = RAUP$$

R → coeficiente de autocarros efetuados  
 A → coeficiente de advertências aplicadas  
 U → coeficiente de número de insucessos por viagem  
 P → valor atual da passagem

R		A		U		valor mínimo
valor	coeficiente	valor	coeficiente	valor	coeficiente	
1 a 10	10	1 a 2	10	0 - 80	10	R\$ 3.000,00
11 a 50	20	3 a 5	20	81 - 100	20	valor máximo
51 a 80	30	6 a 9	30	101 - 120	30	R\$ 192.000,00
acima de 80	40	10 acima	40	mais que 120	40	

Fig. 63 – Modelo matemático 3

## Comentários

Este grupo deve ter pesquisado ou tomado como exemplo alguma lei ou projeto de lei, pois acrescentaram a ementa que explicita de modo conciso o objeto da lei, além de colocarem o nº do projeto de lei, parágrafos, incisos. Assim, o problema ficou bem definido na ementa do projeto, portanto, observamos aqui o elemento componencial 1.

É possível observar a codificação seletiva no artigo 2º, quando discriminam quais elementos devem ser considerados para a aplicação da pena. O indicador 3 está evidenciado pelo artigo 1º pela identificação do órgão responsável pela fiscalização e aplicação da pena: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente e Secretaria dos Transportes. Como se trata de poluição sonora no interior de transporte público, os alunos associaram diretamente a essas duas secretarias.

Os indicadores 4 e 5 da categoria A são perceptíveis pela forma com que tentaram estruturar o projeto de lei tornando-o coeso, embora falte informação que especifique quais são os aparelhos sonoros abrangidos pela lei. Não houve especificação da quantidade de decibéis no projeto de lei, embora remetam-se aos “níveis sonoros definidos” no art. 2º, II, o que nos leva a crer que sejam 70 decibéis. O que percebemos também é que não se tentou “criminalizar” a conduta do agente, prevendo penas de detenção, por exemplo, mas atribuir-lhe uma multa para que se reedueque, sendo, portanto, de caráter administrativo, o que implica numa preocupação com o exercício da cidadania. O grupo organizou as informações em uma tabela e legendas.

Em relação aos indicadores 6 e 7, o modelo matemático está presente e sua validação torna a multa bastante alta para os dias atuais, sobretudo, pela presença dos índices. Talvez tenham elaborado dessa forma para inibir a reincidência, como vimos nos casos anteriores. Agora suponhamos que a infração ocorra no interior de um ônibus por meio de 2 reclamações, que o agente recebeu 2 advertências, que havia 25 passageiros no ônibus no momento da autuação e que o valor da passagem do ônibus seja R\$ 3,00. É necessário verificar a tabela para realizar as correspondências entre o número de reclamações, por exemplo, e seu respectivo índice. O cálculo da multa será

efetuado da seguinte maneira:  $M = (20 \cdot 2) \cdot (2 \cdot 10) \cdot (25 \cdot 20) \cdot 3 = \text{R\$ } 600.000,00$ . Como o valor máximo a se pagar é R\$ 192.000,00, infere-se que o valor total da multa não deva ultrapassar esse valor, portanto, será pago R\$ 192.000,00. Neste aspecto, o modelo matemático ficou muito confuso. O grupo teria que validar o modelo matemático de acordo com os padrões financeiros do homem médio brasileiro, pois o quantum da multa está acima dos padrões, como no caso anterior.

Como sugestão, apresentamos algumas alterações: os coeficientes poderiam ser mudados para 1, 2, 3 e 4 e o valor total da multa poderia ser multiplicado por 10. Assim, teríamos:

$M = 10 \cdot p$  (valor atual da passagem). Coeficiente R. Coeficiente A. Coeficiente U

$M = 10 \cdot P \cdot R \cdot A \cdot U$

O valor atual da passagem de ônibus em São Paulo é R\$ 3,00. Com este valor, chegaríamos a um valor mínimo de multa que seria de R\$ 30,00. Vejamos:  $M = 10 \cdot 3,00 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 30,00$ . Para o valor máximo teríamos:  $M = 10 \cdot 3,00 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 1920,00$ .

A pontuação da categoria A foi 5, portanto, a FC é moderada para esta categoria.

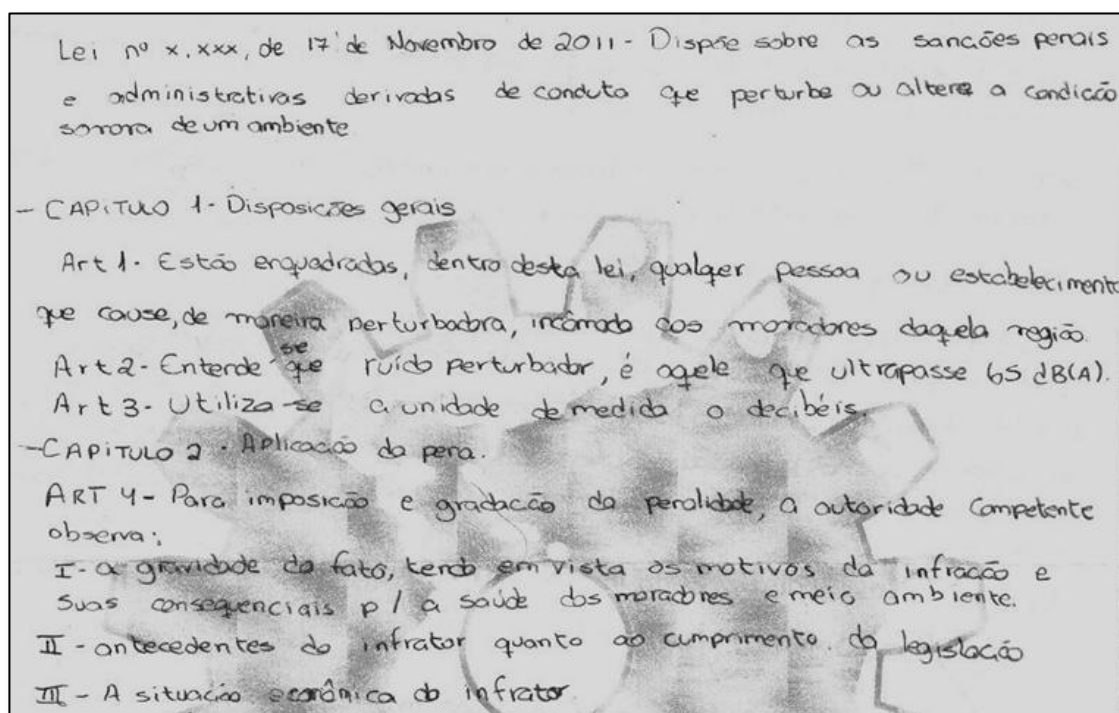
Em relação à categoria B, não foram identificados os indicadores 2 e 4. Foram identificados os indicadores 1 (relação da poluição sonora com a saúde). No entanto, o indicador 3 está presente – na apresentação de um conceito novo “ato passível de multa” presente no artigo 5º. Também foi verificada a presença do indicador 5, por meio do estabelecimento da sanção – multa. A pontuação desta categoria B foi 3, portanto, a FC aqui apresenta-se moderada.

Na categoria C, foram observados os seguintes elementos funcionais: pensamento criativo, relativo à destinação dos valores arrecadados com a multa, no caso, para as entidades sem fins lucrativos que cuidam dos deficientes auditivos, assim como o pensamento prático, que atrelou a poluição sonora à questão da saúde, que atualmente está em evidência, portanto, sendo um assunto que faz parte do cotidiano dos alunos que formularam o projeto de lei. O pensamento analítico ainda se apresenta frágil, pois o grupo precisaria melhorar a composição do modelo matemático e validá-lo de modo que tivesse efetividade, assim como faltou definir precisamente a relação de aparelhos sonoros.

Foi identificado indício de pensamento crítico, pelo indicador 4.1, que no caso, aponta para a destinação dos valores arrecadados, assim, o indicador 4.2 foi identificado pela pelos requisitos para imposição da multa, bem como, por direcionar a reclamação à Companhia de Ônibus, talvez numa tentativa de identificar em qual linha há mais ocorrências. No dia a dia, existem linhas e determinados horários em que o uso do aparelho sonoro é mais frequente, por isso, devem ter redigido esta disposição. O indicador 4.5 também foi verificado através do uso do termo “ato passível de multa”. Para as capacidades cognitivas, a pontuação foi 5, portanto, FC forte.

Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está moderada, pois o grupo utilizou 65% dos elementos das categorias A, B e C, o que é um fator positivo para avançar no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

#### d) Modelo Matemático 4



Parágrafo Único. As penas mudam conforme o tipo de pessoa (física ou jurídica)

Art 5 - As penas para pessoa jurídica:

I - interdição temporária das atividades

II - suspensão temporária

III - Fechamento do estabelecimento

IV - Multa

Art 6 - As penas p/ pessoa física:

I - Multa

II - Prestação de serviços a comunidade

Art 7 - Circunstâncias que atenuam a pena

I - Arrependimento do infrator, manifestando interesse e estando disposto a se enquadrar no solicitado pela lei

II - Colaboração com os agentes encarregados da vigilância e do meio ambiente.

Art 8 - Circunstâncias que agravam a pena, quando não constituem ou qualificam o crime:

I - Reincidência nos crimes de natureza ambiental

II - Ter o agente cometido a infração:

a) afetando ou expondo a perigo, de maneira grave, a saúde pública ou ao Meio Ambiente

b) em domingos ou feriados

c) à noite

CAPÍTULO 3 - Apreensão do produto e do instrumento de infração

Art 9 - Verificada a infração, serão apreendidos seus produtos e instrumentos, lavrando-se os respectivos autos

Art 10 - Os instrumentos utilizados na prática da infração serão vendidos, garantida a sua descaracterização por meio da reciclagem

CAPÍTULO 4 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Art 11 - Cada banco terá um sensor com alarme sonoro que indica que naquele local está c/ um ruído acima de 65 dBA, cabendo ao fiscal fazer a avaliação, sendo constatado que o motivo é a música receberá a notificação. É feito o registro, no sistema, da notificação, a pessoa que tiver a terceira notificação receberá a multa.



a multa

Art 12- Para aplicação da multa será utilizado a seguinte fórmula:

$$PS = (65 \cdot 0,10) \cdot n \cdot i, \text{ sendo}$$

$n \cdot i$  - número de infrações conforme sistema.

JUSTIFICATIVA: - 65 - limite do conforto acústico;

- a cada unidade de dB será cobrado 10 centavos;
- multiplicando esse valor pelo número de infrações, conforme registros do sistema

**Fig. 64 – Modelo matemático 4**

### Comentários

O grupo elaborou um projeto de lei voltado para a “alteração sonora de um ambiente”, não o especificando. A atividade propunha que o projeto de lei fosse voltado para a poluição sonora em transporte público. O objeto do projeto de lei está confuso e incongruente com o que dispõe o art. 1. Todavia, o grupo deve ter pesquisado aspectos de leis penais, como observado em alguns trechos. Portanto, o indicador 1 da categoria A não foi identificado, assim como os indicadores 4 (a redação está incoerente, vide art. 1 que fala em incômodo e não em perturbação sonora e art. 11, que praticamente “criminaliza” a música, além de que parece querer fazer alguma referência à transporte público ao citar assento “banco” no art. 11, mas a projeto de lei se refere genericamente a ambiente) e o indicador 5, pois os dados necessitam de melhor organização. Essa “alteração sonora do ambiente” é tipificada como crime, como se vê pelo artigo 8.

Pelo modelo matemático, a multa a ser paga é muito baixa, isso significa que eles não testaram o modelo ou tentaram levar em consideração o disposto no art. 4, III – situação econômica do infrator. Suponha que o agente cometa 2 infrações:  $PS = (65 \cdot 0,10) \cdot 2 = R\$ 13,00$ , ou seja, um valor baixo, bem menor do que o valor de uma multa de trânsito, que para infração leve, atualmente corresponde a R\$ 53,20, que certamente não constituirá um fator para inibir a conduta do agente. O artigo 11 prevê multa apenas a partir da terceira notificação. Portanto, o indicador 7, também ficou

prejudicado. Assim, observamos os indicadores 6 – o modelo matemático – e os indicadores 2 (definição das penas das pessoas física e jurídica, definição de ruído perturbador) e 3 (definição das circunstâncias atenuantes e agravantes da pena, e apreensão dos objetos destinando-os à reciclagem, o que indica que eles já tinham ouvido falar desses itens citados, o que os levou a incluir no texto do projeto de lei).

Como sugestão, o modelo matemático para o cálculo do valor da multa poderia ser este:  $M = 65 \cdot n_i \cdot (n - 65) \cdot 0,10$ , então temos:  $M = 6,50 \cdot n_i \cdot (n - 65)$ , considerando a diferença entre o ruído emitido pelo aparelho sonoro (n) e 65 decibéis, como vemos no modelo matemático. Se o ruído emitido pelo aparelho sonoro for menor que 65 decibéis, o valor dá negativo, então a multa não será aplicada. Assim, após 3 notificações e caso o ruído seja  $\geq 66$  decibéis, será aplicada a multa multiplicando-se 6,5 pelo nº de infrações e pela diferença entre o ruído emitido pelo aparelho sonoro (n) e 65 decibéis. Assim, quanto maior for o ruído, maior será a multa e a gravidade do fato será levada em consideração.

Até a 3ª infração o infrator será notificado e na 4ª infração a multa será aplicada. Assim, a menor multa a ser aplicada é de R\$ 26,00 ( $M = 6,5 \cdot n_i = 6,5 \cdot 4 \rightarrow$  valor da 1ª multa na 4ª infração) e o  $n_i$  corresponde ao número de infrações após 3 notificações, sendo que o menor  $n_i$  tem que ser 4.

O modelo matemático poderia ser elaborado levando-se em conta a situação econômica do réu, como disposto no art. 4º, II. Assim, para esta categoria a pontuação foi 3, e, portanto, a FC apresenta-se fraca.

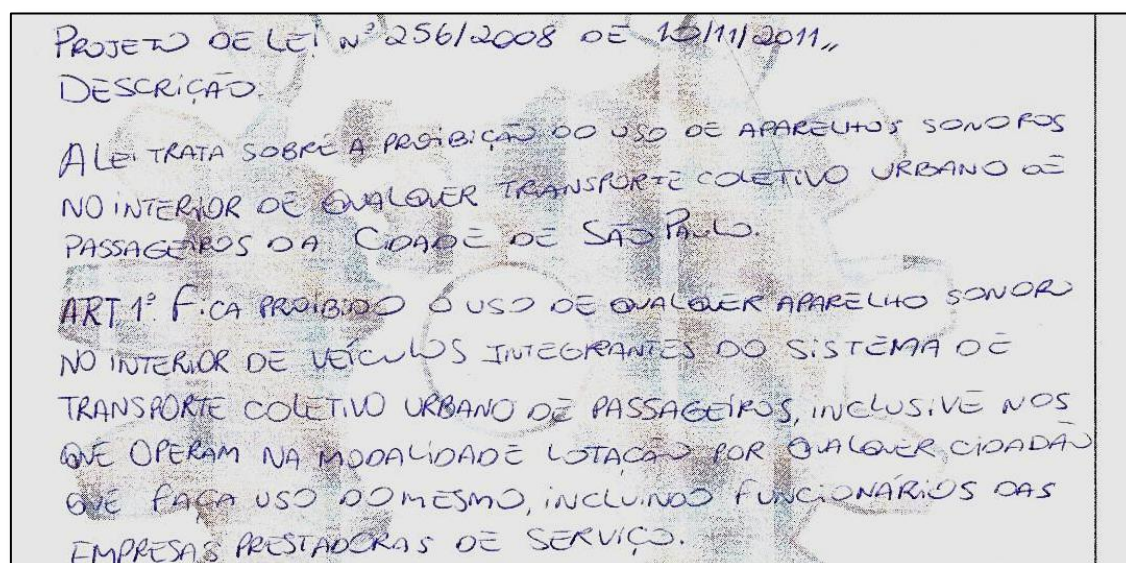
Em relação à categoria B, não foram identificados os indicadores 2 e 4. Foram identificados os indicadores 1 (relação da poluição sonora com a saúde), o indicador 3 está presente na apresentação do conceito de “ruído perturbador” no artigo 2 e o indicador 5, por meio do estabelecimento da sanção – multa e demais penas previstas nos artigos 5 e 6. A pontuação desta categoria B foi 3, portanto, a FC aqui apresenta-se moderada.

Na categoria C, foram observados os seguintes elementos funcionais: pensamento criativo, relativo à questão do sensor nos bancos, à destinação dos objetos apreendidos para a reciclagem e a ocorrência da infração em domingos ou feriados. O pensamento prático, foi constatado quando relacionam a poluição sonora à questão da saúde e do Meio Ambiente, que é bastante evidente, portanto, sendo um assunto que faz

parte do cotidiano dos alunos que formularam o projeto de lei. O pensamento analítico não pode ser constatado, o domínio tanto do contexto jurídico quanto do processo de modelagem para eles ainda se mostra muito complexo, por isso, a redação do projeto de lei mostra-se confusa e o modelo matemático não foi validado devidamente a fim de coibir condutas relacionadas no texto de lei. Foi identificado indício de pensamento crítico, apenas pelo indicador 4.5, através do uso do termo “ruído perturbador”. Para as capacidades cognitivas, a pontuação foi 3, portanto, FC fraca.

Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está baixa, pois o grupo utilizou cerca de 47% dos elementos das categorias A, B e C, sendo necessário implantar medidas que permitam avançar no desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

#### e) Modelo Matemático 5



PROJETO DE LEI Nº 256/2008 DE 10/11/2011,,  
DESCRIÇÃO:  
A LEI TRATA SOBRE A PROIBIÇÃO DO USO DE APARELHOS SONOROS  
NO INTERIOR DE QUALQUER TRANSPORTE COLETIVO URBANO DE  
PASSAGEIROS DA CIDADE DE SÃO PAULO.  
ART. 1º FICA PROIBIDO O USO DE QUALQUER APARELHO SONORO  
NO INTERIOR DE VEÍCULOS INTEGRANTES DO SISTEMA DE  
TRANSPORTE COLETIVO URBANO DE PASSAGEIROS, INCLUSIVE NOS  
QUE OPERAM NA MODALIDADE LOTACÃO POR QUALQUER CIDADÃO  
QUE FAÇA USO DO MESMO, INCLUINDO FUNCIONÁRIOS DAS  
EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO.

PARÁGRAFO ÚNICO. A PROIBIÇÃO ESTABELECIDA NO "CAPUT" DESTES ARTIGOS NÃO SE ESTENDE AOS APARELHOS TRANSPORTADOS POR AUTORIDADES COMPETENTES, NO EXERCÍCIO DA RESPECTIVA FUNÇÃO, NEM AOS APARELHOS DOTADOS DE FONES DE OUVIDO E UTILIZADOS INDIVIDUALMENTE SEM QUALQUER DIFUSÃO EXTERNA DE SOM.

ART. 2º. O DESCUMPRIMENTO DO DISPOSTO NESTA LEI IMPORTARÁ EM MULTA PARA O INFRATOR NO VALOR DE R\$600,00 (SEISCENTOS REAIS), PODENDO O RESPONSÁVEL PELO VEÍCULO ORÇENAR O DESLIGAMENTO DO APARELHO E/OU A RETIRADA DO INFRATOR DO VEÍCULO PELA AUTORIDADE COMPETENTE

PARÁGRAFO ÚNICO. A MULTA DE QUE TRATA O CAPUT DESTES ARTIGOS SERÁ ATUALIZADA ANUALMENTE PELA PREFEITURA COM BASE NO IPCA. CASO HAJA REINSCRIÇÃO NA INFRAÇÃO, A MULTA PODERÁ SE ESTENDER A PRESTAÇÕES DE SERVIÇOS À COMUNIDADE POR TEMPO DETERMINADO EM JUÍZO E ATÉ CINCO VEZES O VALOR INICIAL

ART. 3º AS EMPRESAS QUE TÊM A CONCESSÃO DE TRANSPORTE COLETIVO PODERÃO FICALIZAR CASO HAJA NECESSIDADE, NÃO SENDO OBRIGATORIOADE, E IDENTIFICADO A INFRAÇÃO A MESMA DEVERÁ INFORMAR O MUNICÍPIO OU AUTORIDADE COMPETENTE PARA QUE LEI SEJA PRATICADA.

PARÁGRAFO ÚNICO. TODOS CIDADÃO QUE UTILIZAR TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO QUE SENTIR SEU DIREITO VIOLADO COM BASE NA LEI, PODERÁ INFORMAR ATRAVÉS DO DISQUE DENÚNCIA 148, NÃO HAVENDO A NECESSIDADE DE IDENTIFICAÇÃO.



## Comentários

O projeto de lei é bastante extenso e apresenta estrutura similar de lei ou de algum projeto de lei (nº do projeto de lei, artigos, parágrafo único, vigência) que o grupo tenha pesquisado. No entanto, utilizam o termo “descrição” para o que seria a ementa. A Lei Complementar nº 95, de 26 de fevereiro de 1998 dispõe sobre a técnica legislativa, ou seja, a elaboração, a redação, a alteração e a consolidação das leis, conforme determina o parágrafo único do art. 59 da CF/88, e estabelece normas para a consolidação dos atos normativos que menciona.

O problema ficou bem claro na descrição - ementa do projeto, portanto, observamos aqui o elemento componencial 1. O elemento componencial 2 pode ser observado no art. 1 parágrafo único, quando há previsão de que o disposto no caput do artigo não se estende às autoridades no exercício de suas funções e nem aos aparelhos sonoros que trazem fone de ouvido.

O indicador 3 está evidenciado pelo artigo 4º que dispõe que a legislação deve ser de conhecimento de todos (Princípio da Publicidade) por meio de cartazes no interior dos meios de transporte público. É comum no município de SP, as empresas de ônibus e o metrô fixarem informativos (tanto de publicidade quanto de normas para os usuários), e tendo em vista que os membros do grupo são alunos que usam regularmente o transporte, eles devem ter recordado dessa informação, assim como a questão do disque denúncia, cujo número é bastante veiculado pela mídia. No caso, eles alteraram os algarismos em relação ao número real, visando resguardar a integridade deste serviço que é tão essencial para a sociedade.

Entretanto, o indicador 4 não pode ser verificado, pois há contradições na redação em relação à questão da fiscalização (o condutor do veículo – motorista, a empresa concessionária do transporte público e o órgão municipal; causando assim um conflito de competência). Então, ainda é forçoso afirmar que há um todo coerente e plausível no texto. O grupo organizou as informações matemáticas especificando-as em modelo I e II (este com o reajuste da multa pelo IPCA). Em maio de 2013, a Assembleia

Legislativa do Estado da Paraíba, aprovou uma lei que proíbe a utilização de aparelhos sonoros em transporte público cujo valor da multa será atualizado anualmente com base no IPCA (art. 4º, § 2º - vide Seção dos Anexos).

Em relação aos indicadores 6 e 7, o modelo matemático está presente, entretanto, é necessário efetuar alguns ajustes no modelo matemático, porque está incoerente com o que o projeto de lei dispõe no art. 2º, § único, pois caso contrário, o valor se torna abusivo. Pela redação, compreende-se que se o sujeito for reincidente (suponha 3 reincidências) e o valor for multiplicado 5 vezes o valor inicial, teríamos:  $TM = 600. 3. 5 = R\$ 9000, 00$ . Talvez tenham elaborado dessa forma para inibir a reincidência, como vimos nos casos anteriores. Assim, para esta categoria a pontuação é 4, sendo FC fraca.

Como sugestão, o art. 2º, § único poderia ser reescrito: “A multa de que trata o caput deste artigo será atualizada anualmente pela prefeitura com base no IPCA. Caso haja reincidência, a multa se estenderá à prestações de serviços à comunidade por tempo determinado em juízo e seu valor será o valor pago pela primeira infração vezes o número de reincidências da infração, sendo 4 o número máximo de reincidências possíveis. Após a 5ª reincidência, o infrator deverá participar de curso de reeducação no trânsito e prestará serviços como educador em escolas municipais em programas de educação no trânsito por 5 meses num total de 3000 horas.”

O modelo matemático da multa poderia passar a ser:  $T = 600. (1 + IPCA \text{ acumulado por } 12 \text{ meses}). n^\circ \text{ infrações}$ . Em relação ao IPCA, este deverá ser o acumulado nos últimos 12 meses desde a data da publicação da lei. Vejamos as seguintes situações com este modelo proposto:

1ª situação: Uma única infração no 1º ano da publicação da lei (IPCA: 0%,  $n = 1$ ). Temos então:  $T = 600,00. (1 + 0\%).1 = R\$ 600,00$

2ª situação: Duas reincidências no 2º ano após a data de publicação. Suponha que o IPCA acumulado seja de 5,5% e  $n = 3$  (1 infração + 2 reincidências). Então, passamos a ter:  $T = 600,00. (1 + 5,5\%). 3 = 600,00. (1 + 5,5/100).3 = 600,00 . (1 + 0,055).3 = 600,00. (1,055).3 = R\$ 1899,00$ .

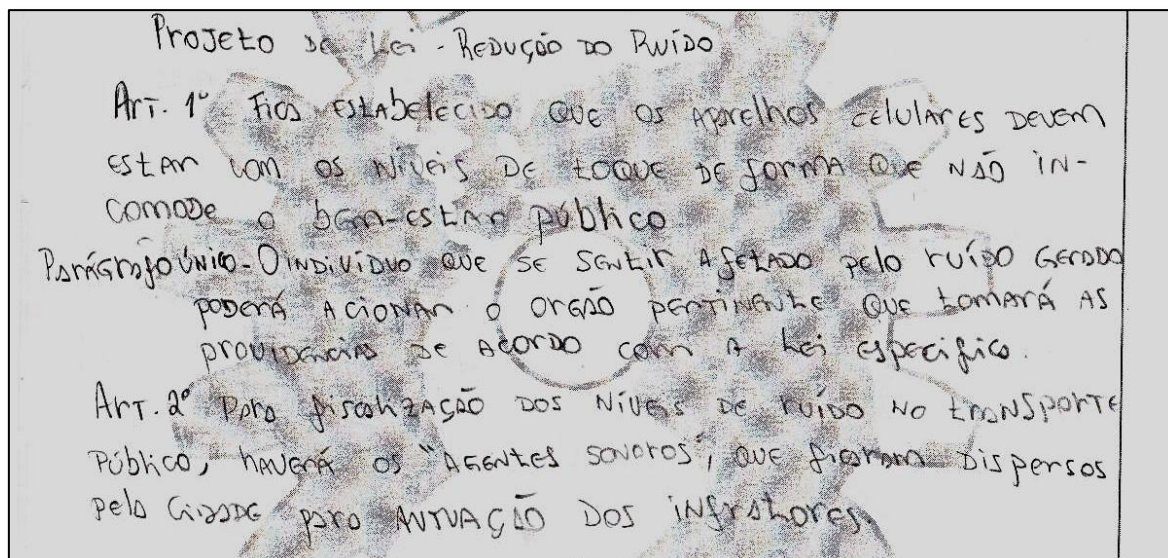
Em relação à categoria B, não foram identificados os indicadores 2,3 e 4. Foram identificados os indicadores 1 (inclusão no sistema de transporte a modalidade

lotação) e 5, por meio do estabelecimento da sanção – multa. A pontuação desta categoria B foi 2, portanto, a FC aqui apresenta-se moderada.

Na categoria C, não foram observados os seguintes elementos funcionais: pensamento criativo e pensamento analítico, pois não há elementos novos e a redação de alguns artigos apresenta-se incoerente, como mencionamos anteriormente. O pensamento prático ficou evidente pela previsão da colocação de cartazes e do número do disque denúncia, uma vez que é provável que se deparem no cotidiano com informações dessa natureza. Foi identificado indício de pensamento crítico pelo indicador 4.2 através dos requisitos de atualização da multa, com base no IPCA. Para as capacidades cognitivas, a pontuação foi 2, portanto, FC fraca.

Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está baixa, pois o grupo utilizou 43% dos elementos das categorias A, B e C, sendo necessário empreender esforços para que a flexibilidade cognitiva possa se desenvolver.

#### f) Modelo Matemático 6





Art. 3º Serão fixadas punições aos infratores desde atividades de conscientização demonstrando o quão nocivo pode se tornar o ruído, até as multas monetárias aos reincidentes.

I - Trabalhos comunitários      III - Atividades de conscientização

II - multa ( $M = R \cdot R_e$ )

m: multa

R: Ruído

$R_e$ : REINCIDÊNCIA

Até 3 Advertências - Punição: Atividades de conscientização

De 50 até 60db - Leve = R\$ 25,00

De 61 até 68db - Média = R\$ 50,00

Acima de 69db - Grave = R\$ 75,00.

MULTA = Intensidade Ruído · Reincidência

Ex: I Ruído: 70db

Reincidências: 5 vezes

$$M = 70 \cdot 5 = R\$ 350,00$$

Obs: Existirá um banco de dados que armazenará a quantidade de advertências para registrar a reincidência para efetiva aplicação da multa.

Fig. 66 – Modelo matemático 6

## Comentários

O objeto do projeto de lei aparece no art. 1º, onde o toque do celular aparece como causador de incômodo sonoro, dando a impressão que não se estende aos demais tipos de aparelhos sonoros. Então, o elemento componencial 1, não pode ser identificado, pois a previsão ficou muito vaga. Quanto ao elemento componencial 2, podemos observá-lo na observação feita ao final do projeto de lei sobre o banco de dados que conterá uma espécie de cadastro com a quantidade de advertências.

Observamos o indicador 3 pela previsão das atividades de conscientização. As atividades de conscientização são realizadas quando se quer sensibilizar os indivíduos acerca da importância de algum tema e são recorrentes no município de SP, daí, o grupo lembrar-se de incluí-la em seu projeto de lei. Todavia, não foi observado o indicador 4, há incongruências na previsão de advertências, multa, reincidência e trabalhos comunitários. Não se diz quando os trabalhos comunitários poderão ser aplicados e se a advertência independe do nível dos decibéis.

Na observação, a advertência parece estar condicionada à reincidência, portanto, ficou muito confuso (então será reincidente após a primeira multa ou após 3 advertências?). O indicador 5 pode ser verificado pela forma com que organizaram a informação estabelecendo faixa de decibéis, legenda para o modelo matemático e exemplo de valor de multa. Os elementos 6 e 7 foram observados. O grupo validou o modelo por meio do exemplo e a multa não apresentou um valor excessivo para os padrões dos dias atuais, sobretudo, porque o objeto da lei, é o ruído do celular (embora a atividade solicitasse que fosse "aparelhos sonoros" e não especificamente o celular). Portanto, para a categoria A temos a pontuação 6, com FC forte.

Como sugestão, apresentamos algumas alterações que poderiam melhorar a atribuição de sanções: até 3 infrações, o indivíduo será submetido às atividades de conscientização; o indivíduo que emitir um nível de ruído acima de 50 decibéis, por meio de um aparelho celular está cometendo uma infração e serão tomadas as providências de acordo com a lei; as infrações podem ser caracterizadas como leve, caso

o nível de ruído esteja entre 50 e 60 decibéis, como média, caso seja esteja entre 61 e 68 decibéis e grave, caso seja 69 decibéis ou superior (neste caso é fixado o valor básico da infração de acordo com os tipos – leve = 25,00, média = 50,00 e grave = 75,00).

A reincidência será definida da seguinte forma: a reincidência corresponde ao número de infrações após a 1ª infração, por exemplo, a 4ª reincidência corresponde à 5ª infração.

Após a 3ª infração, o valor da multa será calculado pelo valor básico da faixa de ruído multiplicado pelo número de reincidências. Assim, o modelo matemático será este:

$M = \text{valor básico para a faixa de ruído} \cdot n^{\circ} \text{ de reincidências}$ .

Assim, se um indivíduo cometesse uma infração emitindo um ruído de 70 decibéis, e fosse reincidente 5 vezes, o valor de multa a ser pago seria calculado da seguinte forma:  $M = 75,00 \cdot 5 = 375,00$ .

Na categoria B, não foram identificados os indicadores 1,2 e 4. O indicador 3 aparece com a inserção do termo “agentes sonoros” (art. 2º) que farão a fiscalização. O indicador 5 ficou evidente na previsão da sanção: multa, trabalhos comunitários, atividades de conscientização, portanto, para esta categoria a pontuação é 2, sendo a FC moderada.

Passando para a análise da categoria C, não podemos afirmar que o pensamento analítico está presente, pois o texto ainda apresenta incongruências. O pensamento criativo pode ser identificado por meio da figura dos “agentes sonoros” que deverão ficar dispersos em vários locais da cidade para que possam fazer a autuação. O pensamento prático também pode ser observado pela previsão das atividades de conscientização sobre a nocividade dos ruídos intensos. Foram identificados os seguintes indícios do pensamento crítico: 4.2 (atividades de conscientização) e 4.5 (o termo “agentes sonoros”). Para as capacidades cognitivas da categoria C, temos a pontuação 4, sendo FC moderada. Foram mobilizados os conhecimentos matemáticos (operações matemáticas básicas que compõem o modelo matemático) e extramatemáticos (conhecimentos físicos e jurídicos), sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está moderada, pois o grupo utilizou cerca de 61% dos elementos das categorias A, B e

C, constituindo um bom indicativo de que as atividades propostas são potencializadoras da FC.

**g) Modelo Matemático 7**

Institui a política municipal de medição interna de nível de ruído no transporte público - "Eu Viagem Bem"

Art 1º Esta lei institui a Política municipal de redução de ruído em viagens de ônibus coletivo no município de São Paulo.

Art 2º Os ônibus utilizados no serviço público de transporte urbano do município de São Paulo deverão ser equipados, em qualquer ponto do seu itinerário, com dispositivos de redução de ruído de no máximo 70 dB (setenta decibéis).

§ 1º O ônibus deverá conter equipamentos habilitados pelo órgão competente para aferição do ruído durante as viagens.

2º A aferição do nível de ruído deve ser feita com o veículo em movimento, com todas as portas e janelas fechadas e levando em consideração o ruído causado por equipamentos utilizados por seus usuários.

3º O limite máximo de ruído não dependerá da marca, do modelo, da idade nem do ~~modelo~~, ano de fabricação dos ônibus.

4º O equipamento deverá programado para emitir sinal visual aos usuários e ao condutor do veículo para que sejam tomadas as providências cabíveis assim que detectado o ruído excessivo.

5º O usuário que tiver causado transtornos em virtude do uso de equipamentos que gerem ruídos incumpra sua parcela de multa ou justificação de serviços comunitários.

Art. 3º. As medições com a finalidade de controle e registradas no equipamento de medição instalado no ôniibus, para os efeitos desta lei, serão feitas por técnicos credenciados pelo Ministério do Trabalho e Emprego ou pelo CETOSP - Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental.

§ 2º Pelo menos uma vez a cada seis meses, todos os ôníbus cadastrados no sistema público de transporte urbano de São Paulo deverão ser vistoriados nos termos desta lei.

Art. 3º Sem prejuízo das vistorias acima, cada ôniibus com medição de ruído exceder em 70 dB acarretará uma multa no valor de 500,00 (Quinhentos reais), aplicada contra a empresa concessionária ou proprietária do ôniibus.

Art. 4º Caso veículo seja reincluído na multa o valor dobrará a cada vistoria.

Art. 5º As empresas concessionárias ou proprietárias dos ôníbus terão prazo de 365 dias, a partir da data de publicação desta lei para instalar o equipamento habilitado para aferição dos ruídos.

Art. 6º Esta lei entrará em vigor noventa dias após a data de sua publicação.

São Paulo, 10/11/2011

Modelagem Matemática.

is Violência

Multa = Decibéis > 70 = 1 x R\$ 500,00

2º e 3º vistorias

Multa = Decibéis > 70 = 1 x R\$ 500,00 x nº Reincidências.

Fig. 67 – Modelo matemático 7

O objeto do projeto de lei aparece bem definido na ementa – Lei Viagem Bem - e no art. 1º, portanto, verifica-se o elemento componencial 1. Quanto ao elemento componencial 2, podemos observá-lo no art. 3º que alerta que o limite máximo de ruído independe das características do ônibus. Observamos o indicador 3 pela previsão do uso de equipamento para aferição do ruído. Em um dos textos apresentados durante o Curso – “Medições revelam barulho ensurdecedor no cotidiano de São Paulo” - os alunos puderam aprender um pouco sobre o decibelímetro, daí, o aparelho de aferição ter sido insistentemente citado ao longo deste projeto de lei.

Todavia, não foi observado o indicador 4, a numeração dos artigos aparece repetida, o que provoca uma confusão para o leitor. Além do mais, usuários e empresas de ônibus são passíveis de multa sem distinção entre eles em relação ao valor da multa, por exemplo. A organização das informações precisa ser melhorada, tanto em relação à numeração dos artigos quanto em relação às informações matemáticas, portanto, o elemento 5 não foi constatado. O elemento 6 foi observado pela elaboração o modelo matemático. No entanto, o elemento 7 não pode ser constatado. O grupo apresentou um modelo voltado apenas para a vistoria do “veículo infrator”, no caso, o ônibus, e não ao usuário, embora exista a previsão de multa para o usuário, sendo necessário alterar a legenda suprimindo a expressão “vistoria” ou criando modelos matemáticos para o usuário e o “veículo infrator”. Se validado como está, o modelo matemático não apresenta uma multa com um valor excessivo para as empresas de ônibus, o que pode levá-las a ignorar a legislação.

Como sugestão, por exemplo, de modelo matemático aplicado para os “veículos infratores”, teríamos:  $M_n = p \cdot 2 \cdot M_m$ , sendo  $M_n$ , o valor pago na n-ésima vistoria; n representa o número da vistoria; m representa o número menor que n e o maior número de vistoria em que houve a infração;  $p = \begin{cases} 0, & \text{se não houve infração} \\ 1, & \text{se houve infração} \end{cases}$

Sendo  $M_0 = R\$ 250,00$ , temos:

$$M_1 = 0 \cdot 2 \cdot 250,00 = 0$$

$$M_2 = 0 \cdot 2 \cdot 250,00 = 0$$

$$M_3 = 0. 2. 250,00 = 0$$

$$M_4 = 0. 2. 250,00 = 0$$

$$M_5 = 0. 2. 250,00 = 0$$

$$M_6 = 1. 2. 500,00 = 1.000,00$$

Portanto, para a categoria A temos a pontuação 4, com FC fraca.

Na categoria B, não foram identificados os indicadores 1 e 4. Há controvérsias no que diz respeito a quem deverá tomar providências quando for emitido o sinal de que há ruído excessivo: condutor do veículo ou usuário do veículo. É um tanto arriscado delegar ao particular, no caso, o usuário, a competência para tomar providências. O indicador 2 aparece devido ao estabelecimento de um sistema de medição interna de ruído em transporte público e o indicador 4 pode ser verificado com a com a inserção do termo “veículo seja reincidente” (“art. 4º”). O indicador 5 ficou evidente na previsão da sanção, no caso, a multa e a prestação de serviços comunitários. Assim, para esta categoria a pontuação é 3, sendo a FC moderada.

Na análise da categoria C, não podemos afirmar que o pensamento analítico está presente, pois o texto ainda apresenta incongruências, principalmente em relação ao infrator, como já mencionamos. A impressão que se tem é que a empresa é punida por transportar um indivíduo que provoca ruído excessivo.

O pensamento criativo pode ser identificado por meio do termo “veículo reincidente” e previsão de sinal visual para alertar sobre ruído excessivo. O pensamento prático também pode ser observado pela obrigatoriedade da instalação do aparelho para aferição do ruído e a vistoria semestral dos veículos. É sabido que muitas empresas não realizavam periodicamente a manutenção preventiva e corretiva dos veículos, o que pode causar uma série de transtornos, como poluição (emissão de gases), veículo que quebra durante a viagem, entre outras. Talvez membros do grupo tenham passado por uma experiência desse tipo, daí citarem a vistoria semestral.

Foram identificados os seguintes indícios do pensamento crítico: 4.2 (instalação de equipamento de aferição de ruído) e 4.5 (o termo “veículo seja reincidente”). Ainda não é possível afirmar que há indícios do indicador 4.4, pois o texto apresenta incongruências que interferem na compreensão. Para as capacidades cognitivas da categoria C, temos a pontuação 4, sendo FC moderada. Foram

mobilizados os conhecimentos matemáticos e extramatemáticos, sendo assim, neste caso a pontuação é 2, apresentando-se FC moderada. De modo geral, constatamos que a FC está moderada, pois o grupo utilizou cerca de 56% dos elementos das categorias A, B e C, constituindo um bom indicativo de que as atividades propostas contribuem para estimular o desenvolvimento da FC.

### **Comentário geral:**

De um modo geral, embora não dominem a técnica legislativa<sup>99</sup>, os grupos procuraram apresentar diversos aspectos que compõem a redação de um texto legislativo, como ementa, artigos, parágrafos, incisos, nº do projeto de lei, vigência, o que constitui um avanço na tentativa de compreender um domínio complexo como é o universo jurídico com sua linguagem específica. Portanto, a pesquisa do formato de um projeto de lei e seus componentes exige uma mobilização cognitiva de conhecimentos extramatemáticos, sejam aqueles já existentes em virtude de experiências ou aqueles adquiridos recentemente.

Percebemos que os grupos de um modo geral, redigiram o dispositivo legal e não observaram seus ditames na elaboração do modelo matemático, sobretudo, na questão das variáveis, ou seja, havia dispositivos que não correspondiam ao que o modelo matemático expressava. É preciso relacionar atentamente o que as ideias expressam na língua materna com a linguagem matemática, daí promover corretamente os registros semióticos e observar as noções paramatemáticas quando os alunos elaboram os modelos matemáticos. Por isso, modelar matematicamente uma relação jurídica não é uma tarefa tão fácil, pois o modelo tem que se adequar não só à realidade, mas aos padrões sociais em evidência no contexto em questão, como é caso do valor da multa com a qual o agente deverá arcar, que deve ser compatível com os padrões financeiros daqueles que utilizam o transporte, portanto, não pode ser excessiva. A multa deve ter a finalidade de coibir a reincidência e reeducar. Daí, a questão da validação do modelo ser outra etapa relevante na MM de relações jurídicas, como é em

---

<sup>99</sup> Em 24 de dezembro de 2013, foi sancionada lei que proíbe o uso de aparelhos sonoros em veículos de transporte coletivo, como ônibus e micro-ônibus, sem fones de ouvido no município de SP.



toda atividade de modelagem. O modelo matemático deve ser coerente com o dispositivo legal, bem como com a realidade social e econômica, pois não pode prever valores excessivos. Portanto, deve se ajustar a essa realidade, pois comporta uma relação jurídica onde coexistem direitos e deveres que afetam diretamente a vida dos sujeitos envolvidos – daí o enfoque da Educação Matemática Crítica ser pertinente.

### **3.9 Análise do Questionário a Posteriori**

Os alunos responderam ao questionário 3 após a finalização do Curso. O questionário foi respondido por 16 alunos e era constituído por 12 questões – entre questões abertas e fechadas - e tinha como objetivo identificar a visão dos alunos acerca da modelagem matemática existente no campo jurídico, as dificuldades na elaboração do modelo matemático durante a atividade proposta sob o enfoque do Direito Achado na Rua, bem como a questão da transdisciplinaridade. Os alunos puderam apresentar sugestões para a melhoria do Curso de Engenharia Ambiental e explicar sobre o Curso de Formação Acadêmica e Profissional. Segue-se a análise das respostas.

A questão 1 abordava a valoração matemática do dano ambiental. Treze alunos afirmaram que é possível valorá-lo matematicamente (no caso das ações judiciais) por meio de um modelo matemático, como forma de mitigar os danos causados e 3 alunos afirmaram que não é possível valorá-lo matematicamente (no caso das ações judiciais) por meio de modelos matemáticos, pois os parâmetros do dano ambiental são muito complexos. Pelas respostas, inferimos que o valor do dano ambiental é visto pelos alunos como uma forma de atribuir responsabilidade ao causador dos danos, conforme preceitua o Princípio do Poluidor - Pagador (TESSLER, 2004).

A questão 2 questionava se a existência de modelos matemáticos na legislação contribui para melhor definir parâmetros de quantificação facilitando o trabalho do juiz na aplicação da sanção. Doze alunos responderam sim e 4 assinalaram a alternativa c, afirmaram que às vezes contribui, pois há casos em que há necessidade do auxílio de peritos e especialistas para analisar o caso e apresentar laudos para que o juiz

possa formar melhor a sua convicção. Daí, a importância crescente da perícia judicial ambiental, inclusive em muitos casos realizadas por engenheiros ambientais.

Na questão 3, os alunos tiveram que opinar se os parâmetros de quantificação de uma lei a tornam mais justa. Doze alunos responderam e 4 afirmaram que “às vezes”. Essa visão decorre da ideia extensamente propagada de que a Matemática é uma “ciência exata” e essa pretensa exatidão passa uma ideia de certeza, justeza, de algo que está certo. A realidade com a qual nos deparamos diariamente não é linear e as “incertezas” matemáticas ganham espaço quando podemos analisar o mundo pelos olhos da lógica *fuzzy* que nos mostra que o indeterminismo não é algo apenas da Física Moderna, mas também é um elemento recorrente na Matemática, com o qual muitos de nós ainda não conseguimos lidar e nem compreender.

Na questão 4, os alunos foram indagados se o modelo matemático presente em uma lei deve ser elaborado pelo legislador ou por especialistas em Matemática. Todos assinalaram a alternativa c, afirmando que deve ser realizado um trabalho integrado entre os legisladores e os especialistas em Matemática. Esse trabalho multidisciplinar revela o aspecto transdisciplinar das áreas de conhecimento e deveria ser incentivado com maior frequência para que o conhecimento passasse a ter um caráter integrador.

A questão 5 perguntava se os alunos sabiam que as leis que regem a tributação (impostos como IPTU, IPVA) seguem modelos matemáticos para quantificação. Onze alunos responderam sim e 5 alunos responderam que não. A resposta evidencia que a maioria dos alunos percebe a presença da Matemática no contexto de algumas áreas jurídicas como o Direito Tributário e as relações que decorrem, embora muitos não tenham contato com os modelos matemáticos utilizados para o cálculo do IPTU, por exemplo.

Na questão 6, os alunos foram questionados se os parâmetros matemáticos nas leis ambientais contribuem para mitigar os efeitos dos danos ambientais e estimular o desenvolvimento sustentável. Seis alunos responderam que sim e 10 alunos afirmaram que depende do caso concreto (análise do impacto real no ecossistema). Esse é um aspecto que merece apreciação, pois os alunos demonstram compreender a diversidade como os fatos concretos ocorrem e que cada um apresenta uma especificidade que pode diferenciá-lo do outro na análise e julgamento de lide ambiental. Por isso, a

apresentação dos casos de poluição sonora com perspectivas diversas como foi realizado no Curso de Formação Acadêmica e Profissional é extremamente salutar, pois permite que os alunos enxerguem a realidade sob diversos olhares, instigando a flexibilidade cognitiva e os fazendo refletir sobre a complexidade com que fatos se configuram no mundo atual e como suas consequências atingem a todos.

A sétima questão indagava se os alunos haviam sentido dificuldade ao elaborar o modelo matemático da situação jurídica proposta sobre a poluição sonora no transporte público. Dez alunos responderam que sim e 6 deles responderam que não. Essas respostas ficaram evidentes na análise dos modelos, uma vez que notamos que os alunos pensaram em uma situação e expressaram matematicamente outra, portanto, houve dificuldade em traduzir suas ideias para a linguagem algébrica. A partir desse ponto, é que devemos voltar nossa atenção para a questão do pensamento algébrico. Ponte, Branco e Matos (2009) explicam que a visão de que a Álgebra se reduz à manipulação de símbolos e expressões algébricas está superada, não correspondendo à corrente assumida pela maioria dos pesquisadores que é a do pensamento algébrico. Kaput *apud* Ponte, Branco e Matos (2009) explica que a modelagem matemática constitui uma das facetas do pensamento algébrico e que este não se restringe apenas à generalização e formalização de padrões e restrições e sua manipulação, mas envolve o estudo de estruturas abstratas onde as conjecturas e relações são estabelecidas.

Na oitava questão os alunos tiveram que apontar dentre as alternativas apresentadas aquelas que poderiam contribuir para melhorar a modelagem matemática no Curso de Engenharia Ambiental. As alternativas assinaladas foram as seguintes: 6 alunos assinalaram que seria necessário melhorar o nivelamento através de aulas de matemática básica; 9 alunos assinalaram que “os professores deveriam demonstrar a aplicação do cálculo diferencial e integral e dessa forma perceberíamos a importância deste conteúdo para a modelagem”; 8 alunos apontaram que deveriam ter conhecimentos de Estatística para poder coletar dados e analisá-los; 6 alunos assinalaram que se deveria utilizar softwares para modelagem matemática; 4 alunos afirmaram que os professores de Cálculo e os professores de outras áreas deveriam utilizar recursos didáticos variados ao abordar os conteúdos matemáticos e todos os alunos afirmaram que os professores deveriam explorar situações do cotidiano para

realizar a modelagem matemática por meio do levantamento de problemas e proposição de soluções.

Pelas respostas, percebemos que as situações relacionadas ao cotidiano, a demonstração das aplicações do Cálculo Diferencial Integral e o uso da Estatística foram as mais apontadas pelos alunos e justamente são as mais utilizadas em situações de modelagem na sala de aula.

A questão 9 questionava com que frequência atividades de modelagem matemática sob o enfoque transdisciplinar deveriam ser aplicadas no Curso de Engenharia Ambiental. Todos os alunos assinalaram que deveriam ser propostas com maior frequência, para que pudessem aplicar seus conhecimentos matemáticos e dessa forma, contribuir para a prática profissional trazendo inovações para o campo de atuação do Engenheiro Ambiental e para a sociedade. Ficou perceptível que eles apresentam uma consciência sobre a importância de se ultrapassar as fronteiras entre as disciplinas.

A décima questão solicitava aos alunos que apontassem itens que deveriam ser implantados e/ou melhorados no Curso Engenharia Ambiental. Os resultados foram os seguintes: o item “visitas técnicas” foi assinalado por 16 alunos; “maior frequência de aulas de laboratório” foi assinalado por 13 alunos; “palestras” foi assinalado por 13 alunos; o item “seminário” foi assinalado por 8 alunos; 10 alunos assinalaram “cursos de atualização e/ou extensão e/ou extracurriculares”; 7 alunos assinalaram o item “programa de iniciação científica”; 7 alunos assinalaram o item “ações de responsabilidade socioambiental promovida pelos alunos”; 8 alunos assinalaram “projetos interdisciplinares”; 10 alunos assinalaram “feiras”; 7 alunos assinalaram “eventos científicos”; o item “estudos de casos concretos” foi assinalado por 13 alunos e os itens “promoção de debates” e “preparação para o ENADE” foram assinalados cada um por cinco alunos.

Os itens mais assinalados foram visitas técnicas, aulas de laboratório, palestras, estudos de casos concretos, cursos de atualização e/ou extensão e/ou extracurriculares e feiras, demonstrando que os alunos tem preferências por atividades práticas e relacionadas com o exercício da profissão.

A penúltima questão versava sobre a realização de atividades em grupo. Quinze alunos consideram que atividades realizadas em grupo favorecem a troca de

ideias, de conhecimentos, estimulam a cooperação e a argumentação e apenas um aluno considera que são positivas, mas que há colegas que não interagem e não colaboram com a execução das atividades. A colaboração e a cooperação<sup>100</sup> exercem um papel relevante na interação sociocognitiva, mobilizando as estruturas do pensamento e viabilizando parcerias que visam construir conhecimento coletivo baseado no respeito mútuo.

A última questão solicitava que os alunos tecessem comentários sobre o Módulo 1 do Curso de Formação Acadêmica e Profissional. As respostas foram as seguintes:

*A<sub>1</sub>: Não trabalho na área, este curso me ajudou a conhecer um pouco deste universo do Direito Ambiental. Foi muito interessante.*

*A<sub>2</sub>: Acredito que o Módulo 1 do curso aumentou o nosso conhecimento com relação às leis, órgãos e a profissão de Engenheiro Ambiental.*

*A<sub>3</sub>: Curso extremamente interessante e válido, o qual me agregou muito a área de Direito Ambiental. Achei as aulas muito bem dadas e todo o projeto muito bem organizado. Acredito que para o Módulo 2, as visitas técnicas irão agregar ainda mais conhecimentos.*

*A<sub>4</sub>: Foi interessante, pois pude aprender muitas coisas, muitos conceitos da área de Direito Ambiental e entender a relação com a Matemática.*

*A<sub>5</sub>: Achei extremamente importante, pois foi o primeiro contato concreto com a Engenharia Ambiental. Através do curso pudemos visualizar as áreas de atuação do Engenheiro Ambiental já no 1º semestre, extremamente útil para decidirmos se estamos no curso certo ou não.*

*A<sub>6</sub>: A proposta feita é de muito agrado, porém gostaria que tivéssemos mais tempo para poder aproveitar mais do conhecimento da professora. Foi interessante a forma com que a Matemática foi abordada.*

---

<sup>100</sup> Cogo (2006, p. 862) explica a diferença entre colaboração e cooperação: “A colaboração seria uma interação em que existem trocas de pensamento, seja por comunicação verbal ou coordenações de pontos de vista, de discussão, sem ocorrer operações racionais, não havendo uma estrutura operatória. Comparativamente poder-se-ia afirmar que a colaboração representa uma etapa das trocas sociais anterior à cooperação. A cooperação está vinculada à interação, a qual requer a formação de vínculos e a reciprocidade afetiva entre os sujeitos do processo de aprendizagem. As interações interindividuais possibilitam a modificação do sujeito na sua estrutura cognitiva e do grupo como um todo, não em caráter somatório, mas em uma perspectiva de formação de um sistema de interações. Neste entendimento, a construção do conhecimento ocorrerá através da cooperação. A interação sociocognitiva demonstra que os sujeitos, ao cooperarem, solucionam problemas cognitivos de forma qualitativamente diferente do que teriam realizado individualmente.

A<sub>7</sub>: *Iniciativa exemplar. Ampliou nossas ideias, uma grande oportunidade. Seria ótimo um módulo desse por semestre. Me deu um norte com relação à legislação, me mostrou onde a Matemática se encaixa. Agradeço a oportunidade de grande valia.*

A<sub>8</sub>: *Achei muito interessante o curso, pois abordou assuntos que estão direto nas mídias de comunicação, possibilitando um amplo aprendizado e despertando o interesse em outras áreas.*

A<sub>9</sub>: *Este primeiro módulo nos ajudou a conhecer melhor a linguagem jurídica e mostrou a importância do conhecimento da legislação para o nosso desenvolvimento profissional.*

A<sub>10</sub>: *Muito interessante a atividade/curso aplicado aos alunos. Achei bem curiosa e atual a forma como foi aplicada. Não vejo no momento nenhuma sugestão, visto que ficou impecável o Módulo I.*

A<sub>11</sub>: *O curso proposto foi estimulante, curioso e valeu muito. Me ajudou a olhar mais atentamente a relação da Matemática com várias coisas.*

A<sub>12</sub>: *Achei um curso muito bom e muito interessante. Aprendi sobre as leis de poluição sonora, entre outras coisas. Me fez enxergar um outro lado da Engenharia Ambiental.*

A<sub>13</sub>: *Muito produtivo, pois nos deu uma noção real das aplicações da Engenharia Ambiental e de casos jurídicos sobre a área, alguns termos técnicos no caso dos julgados e a importância da legislação em nossas futuras atividades. Sugestão: visitas à empresas com acompanhamento técnico e especializado.*

A<sub>14</sub>: *Achei muito importante, não tinha conhecimentos jurídicos, gostei das legislações, aplicações da pena, termos técnicos, das palestras, da relação com a Matemática. Eu faria novamente.*

A<sub>15</sub>: *Com o curso aprendi as leis ambientais e também a interpretá-las, apesar das dificuldades que tenho nisso, mas foi um meio para que eu melhore e aprenda.*

A<sub>16</sub>: *Achei interessante, pois proporcionou muito conhecimento para mim e foi um incentivo para eu continuar o curso de Engenharia Ambiental. Portanto, agregou muito valor para mim, inclusive alguns dos conhecimentos adquiridos levarei para o meu âmbito profissional, ou seja, vou agregar esses conhecimentos em projetos na empresa que atualmente trabalho.*

Grande parte dos alunos apontou que o Curso agregou conhecimentos relacionados à área ambiental, sobretudo, no que diz respeito à legislação ambiental e à profissão de Engenheiro Ambiental. Alguns alunos citaram a relação da Matemática com o Direito, o que certamente aponta a importância da ênfase na proposta transdisciplinar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

“A sociedade não é feita só de engenheiros que irão cuidar da água. A matemática é muito importante na sociedade tecnológica moderna, porém há outros pilares da sociedade que estão sendo colocados de lado, como as relações humanas que estão ofuscadas pela busca por uma melhor matemática. A escola deveria formar gente melhor, entretanto toda a energia vai para um ensino errado e, entre os alunos, para passar em matemática. É necessário que todos achem a matemática importante mas há outras questões mais fundamentais que não estão sendo olhadas com o mesmo carinho.” (D’Ambrosio, 2003, p.3)

Na década de 90, Steve Jobs lançou uma campanha publicitária para promover os produtos da Apple e que expressa o que realmente é desenvolver um pensamento flexível. A campanha intitulada “think different” apresentava a seguinte mensagem:

*“Isto é para os loucos. Os desajustados. Os rebeldes. Os criadores de caso. As peças redondas nos buracos quadrados. Os que veem as coisas de forma diferente. Eles não gostam de regras. E eles não têm nenhum respeito pelo status quo. Você pode citá-los, discordá-los, glorificá-los ou difamá-los. Mas a única coisa que você não pode fazer é ignorá-los. Porque eles mudam as coisas. Eles empurram a raça humana para frente. Enquanto alguns os veem como loucos, nós vemos gênios. Porque as pessoas que são loucas o suficiente para achar que podem mudar o mundo, são as que de fato, mudam.”*

No final, surgia na tela o slogan “THINK DIFFERENT” – APPLE.



Nos anos que se seguiram, muitos produtos inovadores foram lançados pela Apple e ajudaram a otimizar as demandas do mundo moderno: com um toque na tela, o *iphone* nos conectou com mundo, seguido do *ipad* que nos permitiu com um toque, folhear um livro digital. A estas inovações, juntaram-se os aplicativos que gerenciam desde as nossas tarefas profissionais e finanças, até aqueles que controlam o consumo diário de calorias (dieta), além das redes sociais, que nos fizeram compartilhar nossos momentos – sejam alegres, tristes ou cômicos - pelo *instagram* impulsionando o surgimento da “cultura dos selfies<sup>101</sup>”. Mas, o criador de muitas dessas maravilhas digitais que nos hipnotizam pelo design, pela comodidade e por todos os atributos que nos facilitam a vida, teve uma trajetória familiar que lhe permitiu alvorecer cognitivamente e lhe proporcionar desenvolver favoravelmente sua criatividade, em garagens, nas quais podia montar, desmontar, inventar e mais tarde inovar e empreender:

*“Minha paixão foi construir uma empresa duradoura, onde as pessoas se sentissem incentivadas a fabricar grandes produtos. Tudo o mais era secundário. Claro, foi ótimo ganhar dinheiro, porque era isso que nos permitia fazer grandes produtos. Mas, os produtos, não o lucro, eram a motivação.”* (JOBS<sup>102</sup>, 2011, p. 583)

Em 2005, Jobs foi convidado para a formatura dos alunos da Universidade de Stanford<sup>103</sup>, e mais uma vez surpreendeu:

*“(...) Assim, 17 anos mais tarde, foi o que fiz. Mas ingenuamente escolhi uma faculdade quase tão cara quanto Stanford, e por isso todas as economias dos meus pais, que não eram ricos, foram gastas para pagar meus estudos. Passados seis meses, eu não via valor em nada do que aprendia. Não sabia o que queria fazer da minha vida e não entendia como uma faculdade poderia me ajudar quanto a isso. E lá estava eu, gastando as economias de uma vida inteira. Por isso decidi desistir, confiando em que as coisas se ajeitariam. Admito que fiquei assustado, mas em retrospecto foi uma de minhas melhores decisões. Bastou largar o curso para que eu parasse de assistir às*

---

<sup>101</sup> “Segundo o dicionário Oxford, a palavra traduz a fotografia que a pessoa tira de si mesma com um smartphone ou webcam e publica na internet, em redes sociais como Facebook ou Instagram. (...) Mas a mania vem de longe. A expressão teria sido cunhada em 2002 pelo australiano Nathan Hope, ao publicar na rede uma foto de sua boca costurada após uma noite de bebedeira. À rede de TV australiana ABC, ele negou ser o pai do neologismo e afirmou que era apenas uma gíria usada na época.”(LIMA, 2013) Fonte: Folha On line: <http://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2013/12/1377983-autorretratos-digitais-selfies-se-tornaram-um-fenomeno-cultural-de-massa.shtml>.

<sup>102</sup> In: ISAACSON, W. Steve Jobs: a biografia. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

<sup>103</sup> Discurso disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=yw5fuDMbIYg>. Acesso em: 20 out. 2013.

*aulas chatas e só assistisse às que me interessavam. (...)Tive sorte. Descobri o que amava bem cedo na vida. Woz e eu criamos a Apple na garagem dos meus pais quando eu tinha 20 anos. (...) O tempo de que vocês dispõem é limitado, e por isso não deveriam desperdiçá-lo vivendo a vida de outra pessoa. Não se deixem aprisionar por dogmas - isso significa viver sob os ditames do pensamento alheio. Não permitam que o ruído das outras vozes supere o sussurro de sua voz interior. E, acima de tudo, tenham a coragem de seguir seu coração e suas intuições, porque eles de alguma maneira já sabem o que vocês realmente desejam se tornar. Tudo mais é secundário.(...)”*

Mesmo próximo de se despedir da vida terrena, não deixou seu espírito inovador, de olhar em frente e acreditar que cada um desempenha um papel importante na teia da vida:

*Numa tarde ensolarada, quando não se sentia bem, Jobs sentou-se no jardim atrás da casa e refletiu sobre a morte. Falou de suas experiências na Índia quase quarenta anos antes, de seus estudos sobre o budismo e de suas opiniões sobre reencarnação e transcendência espiritual. “Sobre acreditar em Deus, sou mais ou menos meio a meio”, disse. “Durante a maior parte de minha vida achei que deve haver algo mais na nossa existência do que aquilo que vemos.”*

*Ele admitiu que, diante da morte, pode estar surperestimando as chances, pelo desejo de acreditar numa outra vida. “Gosto de pensar que alguma coisa sobrevive quando morremos”, disse. “É estranho pensar que a gente acumula tanta experiência, talvez um pouco de sabedoria, e tudo simplesmente desaparece. Por isso quero realmente acreditar que alguma coisa sobrevive, que talvez nossa consciência perdure.”*

*Ficou em silêncio por um bom tempo. “Mas, por outro lado, talvez seja apenas como um botão de liga e desliga”, prosseguiu. “Clique! E a gente já era.”*

*Fez outra pausa e sorriu de leve. “Talvez seja por isso que eu jamais gostei de colocar botões de liga desliga nos aparelhos da Apple.” (ISAACSON<sup>104</sup>, 2011, p. 586)*

As instituições de Ensino Superior, tanto para Jobs quanto para Gates, não despertavam interesse e nem possibilitavam dar asas à liberdade de pensamento e ousar,

---

<sup>104</sup> ISAACSON, W. Steve Jobs: a biografia. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

por isso eles as abandonaram. Mas, isso não deve ser a regra. As instituições devem aprimorar o seu método de ensinar e, por conseguinte, preparar os alunos para enfrentar os desafios de uma sociedade em contínua transformação, cujas exigências e complexidades compelem os seres humanos à interdependência, como reiterado nesta tese. E esses desafios são enfrentados desenvolvendo-se um pensamento crítico, flexível e criativo, além de valores que transcendam as fronteiras das nações e permitam o convívio pacífico com as diferenças.

Educação é a estratégia definida pelas sociedades para levar cada indivíduo a desenvolver seu potencial criativo, e para desenvolver a capacidade dos indivíduos de se engajarem em ações comuns. (D'AMBRÓSIO, 1997, p. 70)

E a Matemática é bom instrumento para essa ideia operacionalizar-se e a modelagem matemática das relações jurídicas tendo o Direito Ambiental como veículo, permitiu aos alunos iniciar a abertura de suas mentes para as demandas do mundo moderno, da vida e do mercado de trabalho, desenvolvendo a consciência crítica e cidadã, agregando valores que possibilitem a tomada de decisões individuais e coletivas equilibradas:

(...) insere-se e se desenvolve num contexto caracterizado, de um lado, por discussões relacionadas com problemas sociais, com críticas e com relações democráticas que objetivam transformações nas estruturas sociais, políticas, econômicas e éticas da sociedade (estes fatores encontram-se presentes na humanidade e são geradores de conflito); de outro lado, por construções de ambientes democráticos nas salas de aula que garantam o diálogo entre os participantes do processo de ensino e de aprendizagem, igualdade entre eles, constantes questionamentos e indagações, reflexões e reações às contradições (JACOBINI, 2004, p. 22).

Dessa forma, retornamos à questão que ensejou esta pesquisa apresentando os principais pontos levantados pela investigação. Pela análise dos dados, conseguimos identificar indícios de Flexibilidade Cognitiva por meio das atividades que foram realizadas, asseverando que os alunos demonstraram que conseguem interligar os conceitos e as áreas do conhecimento, como vimos pelas respostas dos questionários, pelos textos do projeto de lei que foi desenvolvido e pelos mapas mentais, além de outras atividades que foram realizadas.

De um modo geral, embora não dominem a técnica legislativa, os grupos procuraram apresentar diversos aspectos que compõem a redação de um texto

legislativo, com ementa, artigos, parágrafos, incisos, nº do projeto de lei, vigência, o que constitui um avanço na tentativa de compreender um domínio complexo como é o universo jurídico com sua linguagem cheia de peculiaridades.

Portanto, a pesquisa do formato de um projeto de lei e seus componentes exige uma mobilização cognitiva de conhecimentos extramatemáticos, sejam aqueles já existentes em virtude de experiências ou aqueles adquiridos recentemente. Em relação aos conhecimentos matemáticos, estes foram mobilizados pelos alunos, por meio da utilização da Matemática Elementar para elaboração dos modelos matemáticos.

No entanto, constatamos que os alunos não conseguiram mobilizar os conhecimentos intramatemáticos, e aqui os motivos podem ser os mais variados, que vão desde problemas de defasagem de conteúdo matemático, excessiva prática pedagógica dos problemas de aplicação que domesticam as estruturas cognitivas (aprendizagem mecânica) e falhas na transferência do conhecimento matemático para outros contextos. Esta última, é uma fator preocupante porque nos chama a atenção para a forma como os subsunçores<sup>105</sup> que integram o pensamento matemático estão ancorando os novos conceitos e como os subsunçores estão se desenvolvendo. Assim, o desenvolvendo do raciocínio lógico fica bastante prejudicado.

O PISA (OCDE, 2003, p. 7) ao tratar da literacia matemática recomenda que os alunos se defrontem nas aulas de Matemática com problemas que tratem de contextos intramatemáticos e extramatemáticos, pois o objetivo é desenvolver a “(...) capacidade de analisar, raciocinar e comunicar ideias com eficiência quando se colocam, formulam, resolvem e interpretam problemas matemáticos numa variedade de situações”, mas de uma maneira crítica. O aluno já é visto como um cidadão, pois a “literacia matemática no PISA trata de avaliar até que ponto os indivíduos de 15 anos de idade podem ser considerados cidadãos informados e reflexivos e consumidores esclarecidos”, evidenciando que essa postura deve ser adotada desde a Educação Básica, para que no Ensino Superior os graduandos possam transitar com mais confiança na gama de conhecimentos complexos que lhes é apresentado.

---

<sup>105</sup> Rosa (sd, p. 4) apresenta a definição de subsunçor: “Por subsunçores, Ausubel entende um ou mais conceitos, já existentes na estrutura cognitiva aos quais os novos conceitos vão ligar-se em um primeiro momento antes de serem incorporados à estrutura cognitiva de forma mais completa. O que isto quer dizer? Para Ausubel, relacionar-se de maneira significativa quer dizer que o conceito possui ligações de caráter psicológico e epistemológico com algum(s) conceito(s) da estrutura cognitiva, partilhando com o conceito já presente algum significado comum, ligando-se à estrutura cognitiva através da associação (no sentido de formar agrupamentos) a estes conceitos.

É nesse sentido, que o PISA (2004, p. 7) menciona a importância da flexibilidade cognitiva que foi arguida nesta tese, como vemos a seguir:

**Na vida real, os cidadãos enfrentam diversas situações** (quando fazem compras, viajam, cozinham, lidam com as suas próprias finanças, julgam questões políticas, etc.) em que o uso de raciocínio quantitativo ou espacial, ou ainda de outras competências matemáticas, ajuda a clarificar, a formular ou a resolver um problema. Estas utilizações da matemática são baseadas nas competências aprendidas e praticadas em tipos de problemas muitas vezes propostos em manuais e na sala de aula. No entanto, **elas requerem a capacidade para aplicar essas competências em contextos menos estruturados, em que as indicações não são tão claras, e em que o estudante tem de tomar decisões sobre qual o conhecimento relevante num dado contexto e como ele pode ser aplicado com utilidade. (grifo nosso)**

Não houve dificuldade por parte dos alunos para mobilizar o pensamento criativo, pois constatamos a criação de termos adequados ao contexto relatado no projeto de lei, bem como fizeram uso adequado do pensamento prático ao evidenciar no texto do projeto de lei circunstâncias do cotidiano, como por exemplo, infração cometida pelo próprio condutor do ônibus. No que tange ao pensamento crítico, este necessita aperfeiçoar-se, pois elementos que o compõem como hipóteses, suposições, argumentações não foram evidenciados, apresentando-se tênues.

Outro ponto constatado ,foi a baixa mobilização do pensamento analítico que está ligado à abstração não apenas em Matemática. Os textos apresentaram em alguns trechos falta de coesão e coerência que podem levar à erros de interpretação, sobretudo, em relação à imposição da sanção e no que a vem ser reincidência.

Alf Ross (2000), representante da corrente do realismo jurídico, costumava dizer que a as normas de conduta são diretivas e contém proposições referentes a fatos sociais cujos enunciados se referem às situações futuras que são hipotéticas, cujo “significado lógico não consiste em informar sobre fatos, mas sim prescrever um comportamento (ROSS, 2000, p. 32), pois o “direito vigente significa o conjunto abstrato de ideias normativas que serve como um esquema interpretativo para os fenômenos do direito em ação (ROSS, 2000, p. 39)”, que orientam as ações dos tribunais, portanto, quem formula o enunciado tem uma intenção que segue uma estrutura linguística, devendo evitar problemas sintáticos, semânticos e lógicos (redundância, inconsistência e pré-suposições falsas) como alertam especialistas.

Percebemos ainda, que os grupos de um modo geral, ao redigirem o dispositivo legal não observaram seus ditames para a elaboração do modelo matemático, principalmente, no que diz respeito às variáveis que compõem o modelo matemático, ou seja, havia dispositivos que não correspondiam ao que o modelo matemático expressava. É preciso relacionar atentamente o que as ideias expressam na língua materna com a linguagem matemática, daí promover corretamente a representação dos registros semióticos que englobam a “língua natural, as escritas algébricas e formais, as figuras geométricas e as representações gráficas”, conforme explica Duval *apud* Andrade Filho (2011, p. 15).

Andrade Filho (2011, p. 15) esclarece que “essas diferentes formas de representação possibilitam a comunicação entre o sujeito e a atividade cognitiva, permitindo a visualização de um mesmo objeto matemático por meio de diferentes registros.” O autor enfatiza a importância de se observar atentamente as atividades cognitivas fundamentais de representação que são a formação, os tratamentos e as conversões. Andrade Filho (op.cit) observa ainda que cognitivamente a conversão é responsável pela compreensão do objeto matemático estudado e depende diretamente do nível de congruência entre o registro de partida e o de chegada. Essa observação é pertinente, pois a dificuldade apresentada pelos alunos na conversão da língua materna para a linguagem algébrica revelou não apenas a quebra dessa congruência interna, mas também problemas relacionados ao pensamento algébrico.

Groenwald e Becher (2010, p. 246) definem pensamento algébrico como um “um conjunto de habilidades cognitivas que contemplam a representação, a resolução de problemas, as operações e análises matemáticas de situações tendo as ideias e conceitos algébricos como seu referencial.” Os alunos apresentaram dificuldade com a representação simbólica que naturalmente nos reporta ao citado pensamento analítico, mencionado anteriormente. Provavelmente, o ensino de cálculo algébrico na Educação Básica não produziu significado a ponto da representação por meio de letras se tornar algo extremamente abstrato, e rotineiramente os professores ouvem a seguinte afirmação por parte dos alunos que a “colocação de letras em problemas e exercícios os torna complicados, dificultando a compreensão”. Outra dificuldade manifestada foi em relação às notações matemáticas que também estão relacionadas às representações semióticas. Há um divórcio evidente entre significante e significado e esta questão

merece atenção para que outras pesquisas promovam e aprofundem um debate a respeito.

Por outro lado, as noções paramatemáticas (RIBEIRO, 2008) que geralmente estão relacionadas à Álgebra – equação, fórmula, parâmetro – foram utilizadas na elaboração dos modelos matemáticos, embora com certa dificuldade. Entretanto, os alunos não conseguiram mobilizar as noções protomatemáticas: esperava-se que eles reconhecessem na modelagem matemática de relações jurídicas a ocasião para utilizar o conceito de logaritmo na elaboração do modelo matemático decorrente do projeto de lei sobre poluição sonora no transporte público, pois haviam desenvolvido uma atividade anterior como demonstrado em outra passagem desta tese<sup>106</sup>. Talvez eles não o fizeram, porque na atividade anterior haviam apresentado dificuldades com o conceito e mecanismo de resolução de problemas com logaritmo e/ou aquele aluno que apresentou a comparação entre os modelos matemáticos que medem os níveis de ruído, não soube como transferir o conhecimento que possui para outro contexto.

Por isso, modelar matematicamente uma relação jurídica não é uma tarefa tão fácil, pois a lei é que deve definir a modelagem matemática e não o contrário, ou seja, a Matemática é uma ferramenta que pode auxiliar na estruturação do pensamento jurídico, inclusive porque se utiliza da lógica jurídica. Outra questão que a modelagem matemática de relações jurídicas enfrentou na atividade proposta, foi a dualidade entre se tentar fazer “justiça” por meio da imposição de multa com valor exacerbado ou tentar reeducar por meio da imposição de um valor “justo”. No caso analisado, o modelo matemático tem que se adequar não só à realidade, mas aos padrões sociais em evidência no contexto social, como é caso do valor da multa com a qual o agente deverá arcar, que deve ser compatível com os padrões financeiros daqueles que utilizam o transporte, portanto, não pode ser excessiva. A multa deve ter a finalidade de coibir a reincidência e reeducar. Daí, a questão da validação do modelo ser outra etapa relevante na MM de relações jurídicas, como é em toda atividade de modelagem.

---

<sup>106</sup> Ribeiro (2008, p. 172) comenta que: “Em geral, as noções matemáticas são construídas e sua construção pode tomar a forma de uma definição ou de uma construção propriamente dita, seguida de uma demonstração. Além dessa construção – que é muitas vezes uma definição – as noções matemáticas têm propriedades e têm também aplicações intra e extramatemática.” As noções matemáticas são classificadas em: a) Noções propriamente matemáticas: são ferramentas para estudos em si mesmo e em também servem como uma ferramenta para o estudo de outros objetos; b) Noções paramatemáticas: são ferramentas que servem para descrever outros objetos matemáticos. c) Noções protomatemáticas: são aquelas cujas propriedades são usadas para resolver problemas, mas não é reconhecida como objeto ou ferramenta para o estudo de outros objetos.

O modelo matemático deve ser coerente com o dispositivo legal, bem como com a realidade social e econômica, pois não pode prever valores excessivos e onerar de modo desmedido os infratores. Portanto, deve se ajustar a essa realidade, pois comporta uma relação jurídica onde coexistem direitos e deveres que afetam diretamente a vida dos sujeitos envolvidos – daí o enfoque da Educação Matemática Crítica ser pertinente.

Por outro lado, os alunos também foram capazes de apontar sugestões para o jogo Eco Estratégia e identificar alguns equívocos conceituais no conteúdo exposto em algumas cartas. Posteriormente, no início de 2012, cursando o 2º semestre, o grupo de alunos que participou desta pesquisa realizou um trabalho sobre a utilização e implantação de células a combustível em residências, bastante significativo para alunos que ainda estavam no primeiro ano do Ensino Superior, bem como apresentaram um projeto de Educação Ambiental em escolas públicas. Eles afirmaram no questionário 3, que o Curso que realizaram e que desencadeou esta pesquisa, foi um elemento fundamental para a continuidade no Curso de Engenharia Ambiental e para enxergarem novas perspectivas, além de aumentar o desempenho escolar, porque sentiam-se estimulados e valorizados, acreditando em suas potencialidades.

Dessa forma, em relação aos indícios de FC restou constatado que dos sete grupos que participaram da elaboração dos modelos matemáticos de relações jurídicas, 3 apresentaram FC baixa e os outros 4 grupos apresentaram FC moderada. Os indicadores desenvolvidos foram úteis no sentido de permitir a visualização do quadro cognitivo do grupo pesquisado para que sugestões de reorientação do processo ensino-aprendizagem possam ser efetivadas no Ensino Superior. Assim, para o nível introdutório consideramos os resultados satisfatórios, embora alertamos para que atividades com enfoque transdisciplinares sejam empreendidas para que o pensamento flexível possa ser desenvolvido e caminhe para os conhecimentos avançados que constituem a meta da Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Assim, os alunos poderão evoluir cognitivamente, aprendendo que as áreas de conhecimento se relacionam, como foi o caso do Direito com a Matemática, aqui apresentado. Por este motivo defendemos a abordagem por casos, que exige maior interconectividade entre os conceitos como explicam Spiro *et al* (op.cit), consequentemente contribuindo para expandir a visão dos alunos, levando-os a compreender as partes e o todo. Desejamos que a FC proporcione a autonomia intelectual como explica Delors (1998):



O principal é que cada pessoa consiga ter um nível de autonomia intelectual que lhe permita formar o próprio juízo de valor diante das mais variadas situações, e que, em cada um desses momentos, ela tenha capacidade de escolher caminhos e alternativas baseadas no seu entendimento da realidade.

Diante do que foi dito, retornamos às hipóteses relacionadas à pesquisa para asseverar que as mesmas foram constatadas neste estudo de caso. De fato, a fragmentação do conhecimento no Ensino Superior interfere na formação acadêmica e profissional dos bacharelados, reduzindo a visão de seu papel na sociedade, uma vez que as grades curriculares das instituições se resumem a impor uma formação mecanicista, exageradamente centrada nas disciplinas da área de Exatas, sem sequer estabelecer relações com outras disciplinas e nem outras áreas do conhecimento, tornando os alunos especialistas em resolver listas intermináveis de exercícios que em sua maioria não se relacionam com a realidade e terão pouca aplicação no exercício de sua profissão.

É nesse sentido que Gallardo (2009, p. 17) alerta:

(...) grande parte da matemática que está incluída nos cursos áreas de Engenharia surgiu no contexto de problemas específicos de outras áreas de conhecimento, e que com o tempo perderam o seu contexto para oferecer uma matemática pura que é levada aos ambientes de aprendizagem no qual carece de sentido para aqueles estudantes que não desejam ser matemáticos. (tradução nossa)

A autora defende uma modelagem matemática baseada em problemas contextualizados e chama a atenção para a questão do trânsito entre os diferentes registros de representação e para o trânsito da linguagem natural para a linguagem matemática e vice-versa, já comentado anteriormente nestas considerações finais, bem como, prega a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos no processo de modelagem e a utilização mais eficiente das habilidades de pensamento (cognitivas).

Assim, também é relevante ressaltar que o papel do Engenheiro Ambiental extrapola as fronteiras de seu campo de atuação, pois é uma área multidisciplinar, permitindo que se comuniquem com profissionais de diversas áreas, num intercâmbio permanente de conhecimentos e produção de saberes que os auxiliarão no exercício profissional, além de disseminar valores que auxiliem na proteção ao Meio Ambiente.

Em relação à segunda hipótese desta pesquisa, podemos afirmar que as atividades de modelagem matemática de relações jurídicas baseadas na TFC, podem

contribuir para potencializar a capacidade de fruição do raciocínio, implementando condições favoráveis ao desenvolvimento da criticidade, reflexão, criatividade e desencadeando o comportamento inteligente preconizado por Sternberg (op.cit), pois exigirão que os alunos se posicionem como cidadãos e reconheçam a importância de participar das decisões que envolvem questões sociais, assumindo o protagonismo que lhes foi conferido pela CF/88. Deste modo, é urgente a implantação do enfoque transdisciplinar como já reiterado anteriormente:

A educação do futuro precisa ser transdisciplinar. Estão superadas as compartimentalizações. Antes da multiplicação preservadas de formulações medievais – esse o modelo universitário ainda vigente e reproduzido sem criatividade - é mister oferecer um novo paradigma de ensino neste século. (NALINI, 2011, p. 386)

Para tanto, as atividades propostas em sala de aula devem ter amparo no cotidiano dos alunos, para que se reduza o “distanciamento entre as necessidades do mundo e o acervo de conhecimento que lhes é transmitido” (NALINI, 2011, p. 381). O discurso vigente ainda é leal aos preceitos lineares nos quais se escoram as grades curriculares, mas é evidente que se precisa dar um passo rumo à mudança, e a inserção de atividades de cunho transdisciplinar e com foco na realidade por meio de projetos por exemplo, como foi o caso, mostra-se como um caminho viável, pois o mundo contemporâneo tem exigido o desenvolvimento de múltiplas habilidades e competências que nos habilitem a lidar com a complexidade:

A escola precisa preparar para a vida. E a vida oferece mais imprevistos do que o previsível. A universidade repete o conhecimento já mastigado e sedimentado, sem fornecer ao alunado as estratégias hábeis ao enfrentamento do inesperado. Lembra Morin, ‘é preciso aprender a navegar em um oceano de incertezas em meio a arquipélagos de certeza’. (NALINI, 2011, p. 387)

Assim, os alunos terão condições de compreender com mais clareza o papel da Matemática na sociedade, bem como desenvolver os instrumentos necessários para a efetivação da competência democrática, como preceito básico da Educação Matemática Crítica defendida por Skovsmose (op.cit)

Por certo, é preciso alertar sobre a forma com que a estrutura educacional vem sendo conduzida em quase duas décadas na rede pública do Estado de São Paulo: a herança da aplicação equivocada da progressão continuada tem afetado consideravelmente o processo ensino-aprendizagem, pois a reprovação no final dos

ciclos e os projetos de recuperação na prática não se concretizaram transformando-se na chamada “promoção automática”. Este sistema tem compelido as crianças e adolescentes a não se comprometerem com a aprendizagem, o que lhes acarretará problemas futuros que já podem ser constatados no Ensino Superior pelas dificuldades que os jovens têm enfrentado na assimilação dos conteúdos dos cursos de graduação. Quando a relevância foi dada ao processo de escolarização e não ao processo de aprendizagem, o resultado tende a ser catastrófico como temos visto: a cultura de obter-se um diploma sem conhecimento infelizmente parece ter se espalhado.

Os alunos têm que se deparar com obstáculos e dificuldades para que as suas estruturas cognitivas amadureçam, avancem, assim é preciso promover conflitos cognitivos. É preciso também inculcar a responsabilidade do aluno pelo processo ensino-aprendizagem. O professor e o conhecimento não são os únicos atores da relação didática. Os alunos precisam compreender e reconhecer que a vida se apresenta com flores, pedras e espinhos, necessários à evolução humana. As benesses e supostas vantagens imediatas advindas da “promoção automática” resultarão num débito futuro muito oneroso no Ensino Superior, pois a capacidade de raciocinar, relacionar, levantar hipóteses, não foi devidamente desenvolvida e o insucesso, em áreas relacionadas às Ciências Exatas tem sido expressivo, além de evasão, reprova e uma grande quantidade de alunos com dependências em matérias.

Não se pleiteia com isso a cultura da reprovação e a evasão escolar na Educação Básica, que já foram grandes fantasmas, mas deve se pretender reformular a maneira com que aqueles alunos que apresentem dificuldades possam ser devidamente atendidos, para que desenvolvam competências e habilidades para enfrentar outros desafios que surgirão ao longo de seu desenvolvimento como ser humano. O que se pretende é que os alunos possam avançar das chamadas “aprendizagens de domínio” para a “aprendizagem de desenvolvimento” que “tem a ver com o que nossos estudantes podem fazer com os conhecimentos já adquiridos e assentados” (LUCKESI, 2006, p. 3) sendo reiterada a importância do fomento à flexibilidade cognitiva.

Esta é sem dúvida uma questão de políticas públicas que merece ser levada para debate, pois há uma geração inteira que foi prejudicada pela progressão continuada aplicada de modo equivocado e que certamente enfrentará problemas no mercado de trabalho em relação à qualificação profissional. Portanto, as políticas públicas precisam

resgatar valores essenciais que permitam de fato que o processo de alfabetização matemática ocorra nas escolas, e para tanto, respeito, comprometimento, regras claras que devem ser cumpridas pelos alunos, uma avaliação formativa levada a sério, são fundamentais para que possamos reverter o atual quadro. Por outro lado, é preciso promover uma formação docente transdisciplinar, como coloca Luckesi (2003, p.12):

Uma visão transdisciplinar, transformada em nossos modos de vida, colocaria nas nossas mãos de nós educadores-formadores instrumentos teóricos e práticos para criar as condições para que nossos educandos construíssem as suas formas pessoais sua formação, integrando todas as linhas de desenvolvimento --- cognitiva, afetiva, ética estética, social..... --- com todos os níveis de realidade e níveis de consciência, propiciando uma formação integral do ser humano. Se nós educadores-formadores desenvolvermos em nós mesmos, em nossa vida, uma epistemologia transdisciplinar, a meu ver, nós estaremos em condições mais adequadas para formarmos nossos educandos para o momento presente e para o futuro próximo e/ou distante.

Por fim, cabe-nos dizer que a pesquisa realizada não se esgota com esta tese e outras questões de investigação sobre a MM de relações jurídicas poderão apontar outras evidências de como a alfabetização matemática está ocorrendo ao longo do período escolar, abrangendo as esferas conceitual, procedimental e atitudinal, bem como as esferas epistemológica e ontológica, abrindo-se perspectivas de pesquisas sobre o pensamento matemático-jurídico e as especificidades que cercam os modelos matemático utilizados no universo jurídico, assim como a forma com que são utilizados pelos operadores do Direito e sua efetividade na esfera das decisões judiciais. Desta forma, asseveramos que os resultados aqui apresentados foram significativos para se responder a pergunta que motivou esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, M. J. **Paradigmas diferencial e sistêmico de investigação da inteligência humana: perspectivas sobre o lugar e o sentido do construto.** Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/3987>. Acesso em: 2 ago. 2012.

ALMEIDA, L. M. W; DIAS, M. R. Modelagem matemática na licenciatura em matemática: contribuições para o debate. In: SIPEM - SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_.; SOUZA, L. G. S; FATORI, L. H. Ensino de Cálculo: uma abordagem usando Modelagem Matemática. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 10, p. 47-59, 2007.

ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Perspectiva educacional e perspectiva cognitivista para a modelagem matemática: um estudo mediado por representações semióticas. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**. Blumenau, v.1, n.1, p.28-42, 2010.

ALPERS, B. **Using mathematical competencies for specifying a mathematics curriculum for engineers.** 2011. Disponível em: <http://www.sefi.be/wp-content/papers2011/T4/77.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2012.

ANDRADE FILHO, B. M. **Os registros de representação semiótica: uma proposta de aplicação no estudo das integrais indefinidas.** 2011. 71 f. Monografia (Especialização em Educação Matemática) - Universidade do Sul de Santa Catarina, 2011.

ARAÚJO, J. L. **Cálculo, tecnologias e modelagem matemática:** as discussões dos alunos. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geografia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

BALL, D. L. **Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy:** examining what prospective teachers bring to teacher education. 1988. Disponível em: [http://www-personal.umich.edu/~dball/books/DBall\\_dissertation.pdf](http://www-personal.umich.edu/~dball/books/DBall_dissertation.pdf). Acesso em: 27 jun. 2012.

BARALDI, I. M. Refletindo sobre as concepções matemáticas e suas implicações para o ensino diante do ponto de vista dos alunos. **Mimesis**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 07-18, 1999.

BARBOSA, A. A. **Matemática**: a dificuldade em resolver operações básicas. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/pais/noblat/posts/2011/08/26/matematica-dificuldade-em-resolver-operacoes-basicas-401239.asp>. Acesso em: 28 out. 2013.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Ano 14, n. 15, p. 5 - 23, 2001a.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática**: concepções e experiências de futuros professores. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001b.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2002. 1 CDROM.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v.27, n.98, p.65-74, junho/2003.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, n. 4, p.73-80, 2004.

\_\_\_\_\_. Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 3, p.293-301, 2006.

\_\_\_\_\_.; SANTOS, M. A. Modelagem matemática, perspectivas e discussões. In: ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Recife: SBEM, 2007. 1 CDROM

\_\_\_\_\_. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta Scientiae**, Canoas v. 10 n.1 p. 47-58 jan./jun. 2008.

BAROUCHE, T. O. **Os danos morais e o judiciário**: a problemática do "quantum" indenizatório. 2011. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/19409>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

BARTON, B. Making sense in Ethnomathematics: Ethnomathematics is making sense. **Educational Studies in Mathematics**, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, n. 31, p. 201-233, 1996.

BASSANEZI, R. C. Modelagem matemática. **Dynamus**, Blumenau, v. 1, n. 7, p. 55-83, abr./jun. 1994.

\_\_\_\_\_. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

\_\_\_\_\_. Prefácio. In: ALMEIDA; L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

BATANERO, C. Aleatoriedad, modelización, simulación. In: JORNADAS SOBRE EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, 10., 2001, Zaragoza. **Anais...UGR**: Zaragoza, 2001, p. p. 119-130.

BAYETTO, A. Teaching students with learning difficulties in mathematics. What does the research tell us?. **Speld (SA) Newsletter**, p.10-12, 2006.

BEAN, D. O que é modelagem matemática? **Educação Matemática em Revista**, n. 9/10, p. 49-57, abr. 2001.

BELHOT, R. V. **Reflexões e propostas sobre o ensinar engenharia para o século XXI**. 1997. 126 f. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2005.

\_\_\_\_\_.; LOSS, G. S. Modelagem matemática no ensino de matemática da engenharia. 2009. Disponível em: [http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/21GABRIELSCHNEIDERLOS\\_S.pdf](http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/21GABRIELSCHNEIDERLOS_S.pdf). Acesso em: 28 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Centro de Referência da Modelagem Matemática no Ensino (CREMM): Histórico**. 2006. Disponível em: <http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Historico>. Acesso em: 17 mar. 2012.

\_\_\_\_\_.; MARTINS, R. Mapeamento dos programas curriculares de modelagem matemática dos cursos de formação de educadores de matemática (licenciaturas) do Brasil. In: MIPE - MOSTRA INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2., 2008, Blumenau. **Anais...** Blumenau: MIPE, 2008. v. 4. p. 78-79.

\_\_\_\_\_.; SCHIMITT, A. L. F. Mapeamento das produções acadêmicas de modelagem matemática no ensino de autores brasileiros. In: EDUCERE - IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - e no ESBPp - III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, 2009, Curitiba. **Anais ...** Congresso Nacional de Educação, 2009. p. 1-16.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática no ensino fundamental: um meio de despertar no estudante o interesse em aprender matemática. In: ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEM, 2010. v. 1. p. 1-9.

\_\_\_\_\_. 30 Anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **ALEXANDRIA**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009.

BISOGNIN, E.; BISOGNIN, V.; ISAIA, S. M. A. A sala de aula e a modelagem matemática: contribuições possíveis em diferentes níveis de ensino. **Horizontes**, v. 27, n.1, p. 79-89, jan./jun. 2009.

BLOMHOJ, M. **Different perspectives on mathematical modelling in educational research - categorising the TSG21 papers.** Disponível em: <http://tsg.icme11.org/document/get/811>. Acesso em: 30 nov. 2013.

BLOG DO PLANALTO. **Corte de impostos federais permite queda de até 7,23% na tarifa de ônibus.** 18 de junho de 2013. Disponível em: <http://blog.planalto.gov.br/corte-de-impostos-federais-permite-queda-de-ate-723-na-tarifa-de-onibus/>. Acesso em: 10 jul. 2013.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education: some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C.; BLUM, W.; HUNTLEY, I. (Org.) **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications.** Newark: Water Street Mathematics, 1995. p. 1-20.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional sobre mudança do clima.** 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima>. Acesso em: 19 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **Constituição Federal de 1988.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 20 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. **Há 25 anos era eleita a Assembleia Nacional Constituinte.** Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/comunicacao/institucional/noticias-institucionais/ha-25-anos-era-eleita-a-assembleia-nacional-constituente>. Acesso em: 12 set. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais - 1º e 2º ciclos.** Brasília, 1997. [http://pt.wikipedia.org/wiki/Assembleia\\_Nacional\\_Constituente\\_de\\_1987](http://pt.wikipedia.org/wiki/Assembleia_Nacional_Constituente_de_1987). Acesso em: 20 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002.** Institui Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução Nº 2, de 18 de junho de 2007.** Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação,



bacharelados, na modalidade presencial. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002\\_07.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002_07.pdf). Acesso em: 18 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Referenciais curriculares nacionais dos cursos de bacharelado e licenciatura**/Secretaria de Educação Superior. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Superior, 2010.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004**. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/537109.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria Normativa nº 40, de 12 de dezembro de 2007**. Institui o e-MEC, sistema eletrônico de fluxo de trabalho e gerenciamento de informações relativas aos processos de regulação, avaliação e supervisão da educação superior no sistema federal de educação, e o Cadastro e-MEC. Disponível em: [http://www.prograd.ufscar.br/enade/Portaria\\_Normativa\\_40-2007\\_-\\_atual\\_redacao.pdf](http://www.prograd.ufscar.br/enade/Portaria_Normativa_40-2007_-_atual_redacao.pdf). Acesso em: 18 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria Normativa nº 6, de 14 de março de 2012**. Disponível em: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/a/Meus%20documentos/Downloads/portaria\\_normativa\\_n6\\_enade\\_2012%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/a/Meus%20documentos/Downloads/portaria_normativa_n6_enade_2012%20(1).pdf). Acesso em: 19 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria Normativa nº 13, de 27 de junho de 2012**. Disponível em: <http://www.cmconsultoria.com.br/imagens/diretorios/diretorio14/arquivo4007.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 821, de 24 de agosto de 2009**. Define procedimentos para avaliação de Instituições de Educação Superior e Cursos de Graduação no âmbito do 1º Ciclo Avaliativo do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior e dá outras providências. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/sai/regulacao/arquivos-regulacao/POR-2009-821-MEC\\_.pdf](http://www.ufrgs.br/sai/regulacao/arquivos-regulacao/POR-2009-821-MEC_.pdf). Acesso em: 19 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Enade 2008 e os Conceitos Preliminares de Curso (CPC) 2008**: resultados (Enade – Grupo VII) Disponível em: [http://download.uol.com.br/educacao/enade/ranking/enade\\_2008.xls](http://download.uol.com.br/educacao/enade/ranking/enade_2008.xls). Acesso em: 19 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.513, de 26 de outubro de 2011**. Institui o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/12513.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/12513.htm). Acesso em: 20 ago. 2012.

BROUSSEAU, G. Fundamentos e métodos da didática da matemática. In: BRUN, J. (Org.). **Didática das matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p. 35-113.

BOBBIO, N. **A era dos direitos**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é, o que não é. Petrópolis: Vozes, 2012.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de ciências biológicas. **Revista de Educação Matemática da SBEM-SP**, [São José do Rio Preto], n. 3, p. 63-70, 1997.

\_\_\_\_\_; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Papirus, Campinas, SP, 2001.

BORROMEO FERRI, R. **Mathematical thinking styles: an empirical study**. 2003. Disponível em: [http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG3/TG3\\_BorromeoFERRI\\_cerme3.pdf](http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG3/TG3_BorromeoFERRI_cerme3.pdf). Acesso em: 24 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Mathematical thinking styles and their influence on teaching and learning mathematics**. 2012. Disponível em: [http://www.icme12.org/upload/submission/1905\\_F.pdf](http://www.icme12.org/upload/submission/1905_F.pdf). Acesso em: 24 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. BLUM, W. Modelling: can it be taught and learnt? In: **Journal of Mathematical Modelling and Application**, v.1 , n.1,p. 45-58, 2009.

BOTH, C. G.. *et al.* **Uso da modelagem matemática para a previsão de enchentes no Vale do Taquari-RS**. 2008. Disponível em: [http://www.researchgate.net/publication/228555241\\_Uso\\_da\\_modelagem\\_matemtica\\_para\\_a\\_previso\\_de\\_enchentes\\_no\\_Vale\\_do\\_TaquariRS](http://www.researchgate.net/publication/228555241_Uso_da_modelagem_matemtica_para_a_previso_de_enchentes_no_Vale_do_TaquariRS). Acesso em: 20 mar. 2012.

BRITO, D. C. M. **O processo de formação da Engenharia Ambiental e a importância de um Vocabulário Controlado: um estudo das grades curriculares dos cursos de Engenharia Ambiental das Instituições de Ensino Superior públicas do Estado de São Paulo**. 2010. Disponível em: <http://brasil.fumep.edu.br/~phlbiblio/10020954.pdf>. Acesso: 2 ago. 2012.

BROLEZZI, A. C . **Criatividade e ensino de matemática**. 2005. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/77040261/criatividade>. Acesso em: 23 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. **História da matemática**. 2010. Disponível em: [www.ime.usp.br/~brolezzi/disciplinas/20102/mat341/introducao3.ppt](http://www.ime.usp.br/~brolezzi/disciplinas/20102/mat341/introducao3.ppt). Acesso em: 28 jun. 2012.

BRONDINO, N. C. M.; BRONDINO, O. C. Uma sugestão de uso de planilhas eletrônicas no ensino de transformações lineares. In: COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém, Pará. **Anais...** Belém: ABENGE, 2012.

BURAK, D. **Modelagem matemática**: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. 1987. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CALDEIRA, M. D. *et.al.* Fixação do dano moral. **Revista Mestrado em Direito**, Osasco, Ano 7, n.1, p. 147-166, 2007.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: produção e dissolução da realidade. ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2004. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Modelagem Matemática e a Prática dos Professores do Ensino Fundamental e Médio. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004b. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática e formação de professores: o que isto tem a ver com as licenciaturas? In: CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2007a.

\_\_\_\_\_. Etnomodelagem e suas relações com a educação Matemática na infância. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A.D., ARAÚJO, J. L.(Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007b. p. 81- 97.

\_\_\_\_\_. Modelagem Matemática: um outro olhar. In: **Alexandria. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Santa Catarina, v. 2, n. 2, p.33-54, jul 2009.

CANOTILHO, J. J. G. **Direito Constitucional e Teoria da Constituição**. Portugal: Livraria Almedina, 2002.

CARDELLA, M. E. What your engineering students might be learning from their mathematics pre-reqs (beyond integrals and derivatives). In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 37., 2007, Milwaukee. **Proceedings...** Milwaukee: Milwaukee School of Engineering, 2007. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Which mathematics should we teach engineering students? An empirically-grounded case for mathematical thinking. *The Teaching Mathematics and its Applications*, v. 27, n. 3, p. 150-159, 2008.

CARMINATI, N. L. **Modelagem matemática: uma proposta de ensino possível na escola pública**. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/975-4.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2012.

CARREJO, D. J.; MARSHALL, J. **What is mathematical modeling?** Exploring prospective teachers' use of experiments to connect mathematics to the study of motion. 2007. Disponível em: <http://uteach.utexas.edu/sites/default/files/What%20is%20Mathematical%20Modelling.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2012.

CARNEIRO, M. F. **Dano moral no Brasil: o "novo" de novo?** Para considerar a inclusão da estatística não paramétrica na avaliação do dano moral em face do Projeto de Lei nº 523/2011. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/20711>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

CARVALHO, A. A. A. **Os documentos hipermídia estruturados segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: importância dos comentários temáticos e das travessias temáticas na transferência do conhecimento para novas situações**. 1998. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 1998.

\_\_\_\_\_. A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 13, n.1, p. 169-184, 2000.

\_\_\_\_\_.; PINTO, C. S.; MONTEIRO, P. J.M. **FleXml: plataforma de ensino a distância para promover flexibilidade cognitiva**. 2002. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/372/1/FleXml-vigo-final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2012.

\_\_\_\_\_.;PEREIRA, V. S. **Desenvolver a flexibilidade cognitiva através da desconstrução e da reflexão.** 2004. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/.../Desenvolver%20a%20Flexibilida...> Acesso em: 11 set. 2012.

\_\_\_\_\_. et al. **Desenvolvimento de flexibilidade cognitiva através de plataforma web FLEXML.** 2003. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/371/1/flexml-orlando-final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2012.

\_\_\_\_\_. **A teoria da flexibilidade cognitiva e o modelo múltiplas perspectivas.** 2011. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/15921/1/Carvalho%202011%20-%20TFC%20e%20MMP.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2012.

CARVALHO, E. **Novo relatório climático reforça visão de que homem causa aquecimento.** 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/09/novo-relatorio-climatico-reforca-visao-de-que-homem-causa-aquecimento.html>. Acesso em: 19 nov. 2013.

CARTA CAPITAL. **Haddad volta a defender municipalização da Cide para financiar transporte público.** 2013. Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/politica/haddad-volta-a-defender-municipalizacao-da-cide-para-financiar-transporte-publico-4363.html>. Acesso em: 17 ago. 2013.

CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura.** São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão dos sistemas vivos - Alfabetização Ecológica.** São Paulo: Cultrix, 1997.

CHAGAS, E. M. P. F. **Fracassos do ensino da matemática: contribuições ao debate teórico para uma educação inclusiva.** 2004. Disponível em: [http://proex.pucminas.br/sociedadeinclusiva/sem3/elza\\_marisa\\_paiva.pdf](http://proex.pucminas.br/sociedadeinclusiva/sem3/elza_marisa_paiva.pdf). Acesso em: 27 abr. 2012.

CHAVES, M. I. A. **Modelando matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito do ensino-aprendizagem de funções na 1ª série-EM.** 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, 2005, Belém.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática e contrato didático: impressões de uma experiência.** 2005. Disponível em:

<http://www.ufpa.br/npadc/gemm/documentos/docs/mmcd.pdf>. Acesso em: 25 maio. 2012.

CHAVES, M. I. A.; ESPIRITO SANTO, A. O. Modelagem matemática: uma concepção e várias possibilidades. **Revista Bolema**, Rio Claro, ano 21, n. 30, p. 149-161, 2008.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique**. Paris: La Pensée Sauvage, 1991.

COGO, A. L. P. Cooperação versus colaboração: conceitos para o ensino de enfermagem em ambiente virtual. **Rev. bras. enferm.** v.59, n.5, p. 680-683, 2006.

COLENCI, A. T. **O ensino de engenharia como atividade de serviços**: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. 2000. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução nº 447, de 22 de setembro de 2000**. Dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/0447-00.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973**. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/0218-73.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2012.

CORDEIRO, J. S. **O engenheiro que a sociedade precisa**. Disponível em: [http://www.fne.org.br/fne/index.php/fne/jornal/edicao\\_69\\_fev\\_08/o\\_engenheiro\\_que\\_a\\_sociedade\\_precisa](http://www.fne.org.br/fne/index.php/fne/jornal/edicao_69_fev_08/o_engenheiro_que_a_sociedade_precisa). Acesso em: 20 fev. 2012.

COSTA, A. B.; SOUSA JR, J. G. O Direito Achado na Rua: uma ideia em movimento. In: COSTA, A. B. *et al* (Org.). **O Direito Achado na Rua**: introdução crítica ao direito à saúde. Brasília: CEAD UnB, 2009. p. 15-28.

COSTA, E. C.; BOSCARDIN, J.; MAGISTRALI, I. C. A história evolutiva da tutela jurídico-ambiental brasileira no período denominado *laissez-faire* ambiental. In: CONGRESSO DE MEDIO AMBIENTE, 7., 2012, La Plata, Argentina. **Atas...** La Plata: UNLP, 2012. p. 1-14.

COVOLAN, F. C. ; GONZALEZ, E. T. Q. O culturalismo jurídico de Goffredo Telles Junior: uma leitura à luz da teoria crítica do direito. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 15., 2006, Manaus, Amazonas. **Anais....**Manaus: Conpedi, 2006. p. 6174-6185.

[http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/bh/everaldo\\_tadeu\\_quilici\\_goncalves.pdf](http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/bh/everaldo_tadeu_quilici_goncalves.pdf). Acesso em: 20 abr. 2012.

CREMA, R. Além das disciplinas: reflexões sobre transdisciplinaridade geral. In: WEIL, P. *et al.* (Org.). **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento.**São Paulo: Summus, 1993.

CUNHA, M. I. Aprendizagem ao longo da vida e avaliação do desempenho profissional. **Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v.16, n.3, p. 559-572, 2011.

CURY, H. N. **Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia.** 2000. Disponível em:

<http://www.faculdadebarretos.edu.br/v3/faculdade/imagens/nucleo-apoio-docente/ESTILOS%20DE%20APRENDIZAGEM%20ALUNOS%20ENG.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem em cálculo: uma experiência com avaliação formativa. In: CNMAC - CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 28, 2005, Santo Amaro, SP. **Anais...**Santo Amaro, SP: SBMAC, 2005.

DAVIS, C., SILVA, M.; ESPÓSITO, Y. Papel e valor das interações sociais na sala de aula. **Cadernos de Pesquisa.** n. 71, p. 49-54, 1989.

D'AMBROSIO, B. S. Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio. **Proposições,** v. 4, n. 1, p. 35-41, mar. 1993.

\_\_\_\_\_. Reflexões sobre a História da Matemática na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Matemática,** Especial n.1, p. 399 – 406, 2007.

D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática.** Campinas: UNICAMP; São Paulo: Sumus, 1986.

\_\_\_\_\_. O programa etnomatemática. In: WEIL, P. *et al.* (Org.). **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento.** São Paulo: Summus, 1993.

- \_\_\_\_\_. **Educação Matemática: da teoria à prática.** São Paulo: Papirus, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Transdisciplinaridade.** São Paulo: Palas Athena, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Dos fatos reais à modelagem.** 1999. Disponível em: [http://media.wix.com/ugd/63aa35\\_ccf5ce874c9b4fe6a1323f74cd33e567.pdf](http://media.wix.com/ugd/63aa35_ccf5ce874c9b4fe6a1323f74cd33e567.pdf). Acesso em: 22 maio. 2012.
- \_\_\_\_\_. Desafios da educação matemática no novo milênio. **Educação Matemática em Revista-SP**, n. 11, p. 14-17, dez. 2001.
- \_\_\_\_\_. **Etnomatemática.** Diário do Grande ABC. Santo André, 31 out. 2003. Diário na Escola. p.3.
- \_\_\_\_\_. Entrevista com o professor Ubiratan D'Ambrosio. **Revista Dialogia**, São Paulo, v. 6, p. 15-20, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Peace, Social Justice and Ethnomathematics.** The Montana Mathematics Enthusiast. Monograph 1, p.25-34, 2007a.
- \_\_\_\_\_. **Political Issues in Mathematics Education.** The Montana Mathematics Enthusiast. Monograph 3, p.51-56, 2007b.
- \_\_\_\_\_. Problem Solving: a personal perspective from Brazil. **ZDM Mathematics Education**, n. 39, p. 515-521, 2007c.
- \_\_\_\_\_. **Complexidade e seus reflexos na educação.** In: Ministério da Educação. Salto para o futuro – Temas contemporâneos em Educação. Ano XVIII Boletim 09 - Junho de 2008.
- \_\_\_\_\_. Mathematical modeling: cognitive, pedagogical, historical and political dimensions. **Journal of Mathematical Modelling and Application.** v.1, n.1, p. 89-98, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Uma história concisa da Matemática no Brasil.** Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Educação para uma sociedade em transição.** Natal: EDUFRN, 2011a.
- \_\_\_\_\_. Do saber matemático ao fazer pedagógico: o desafio da educação. **Revista Educação Matemática em Foco**, v. 1, n.1, jan./jun, p.52-81, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Mathematical Modelling as a strategy for building-up systems of knowledge in different cultural environments.** (Palestra) - 16th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications, FURB/Universidade Regional de Blumenau Blumenau, SC – Brazil , 14th to 19th July 2013.
- \_\_\_\_\_. **Etnomatemática: uma proposta pedagógica para a civilização em mudança.** Disponível em: <http://www2.fe.usp.br/~etnomat/site-antigo/anais/UbiPalesEncerramento.html>. Acesso em: 20 jun. 2012.

DELORS, J. et al. **Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI.** São Paulo: Ed. Cortez, UNESCO, 1998.



DESTÁCIO, M. C. **Transdisciplinaridade: ruptura de paradigmas?** 2007. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/nucleos/filocom/existocom/ensaio14c.html>. Acesso em: 20 nov. 2013.

DIDAKTOS ON LINE. **O projecto.** Universidade de Aveiro. Disponível em: <http://didaktos.ua.pt/didaktos.asp>. Acesso em: 28 nov. 2013.

DOMINGUES, D.; REATEGUI, E. **Collaborative and transdisciplinary practices in cyberart: from multimedia to software art installations.** 2005. Disponível em: [http://www.banffcentre.ca/bnmi/programs/archives/2005/refresh/docs/conferences/Diana\\_Domingues.pdf](http://www.banffcentre.ca/bnmi/programs/archives/2005/refresh/docs/conferences/Diana_Domingues.pdf). Acesso em: 15 mar. 2012.

DOROW, K. C.; BIEMBENGUT, M. S. Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no ensino brasileiro: análise das dissertações e teses desenvolvidas no Brasil. **Revista Dynamis**. n. 14, v. 1, p.54-61, jan-mar,2008.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales.** Cali, Colômbia: Merlin I. D., 2004.

ENGELBRECHT, J. Adding structure to the transition process to advanced mathematical activity. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v.41, n.2, p.143-154, 2010.

ENNIS, R.H. Critical thinking: a streamlined conception. **Teaching Philosophy**, v.14, n. 1, p. 5-25, 1991.

\_\_\_\_\_. Critical thinking assessment. **Theory into Practice**, v. 32, n. 3, p. 179-186, 1993.

\_\_\_\_\_. Critical thinking dispositions: Their nature and assessability. **Informal Logic**, v.18, n. 2/ 3, p.165-182, 1996.

\_\_\_\_\_. **The nature of critical thinking: an outline of critical thinking dispositions and abilities.** 2011. Disponível em: [http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking\\_51711\\_000.pdf](http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf). Acesso em: 02 jun. 2012.

FARIAS, T. Q. **Evolução histórica da legislação ambiental.** 2013. Disponível em: [http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=3845](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3845). Acesso em: 20 nov. 2013.

FECCHIO, R. A modelagem matemática e a interdisciplinaridade na introdução do conceito de equação diferencial em cursos de engenharia. 2011. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2011.

FERREIRA, D. H. L.; BRUMATTI, R. N. M. Dificuldades em Matemática em um curso de Engenharia Elétrica. **Horizontes**, n. 27, v.1, p.51-60, 2009.  
\_\_\_\_\_.; JACOBINI, O. R. **Modelagem matemática e ambiente de trabalho**: uma combinação pedagógica voltada para a aprendizagem. 2010. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/2/2>. Acesso em: 25 jun. 2012.

FERREIRA, D. H. L. ; WODEWOTZKI, M. L. L. . O tratamento de questões ambientais através da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2003, São Leopoldo - RS **Anais...**São Leopoldo: Unisinos, 2003.

FERRUZI, E. C. **A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia**. 2003. 154 f. Dissertação (Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

FRANCHI, R. H. O. L. . O ensino de matemática através da modelagem matemática nos cursos de engenharia. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 19., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABENGE, 1991. v. 1. p. 502-522.

\_\_\_\_\_. **A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia**. 1993. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1993.

\_\_\_\_\_. Modelos matemáticos em cursos de cálculo para engenharia. In: II CIBEM - CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 1994, Blumenau. **Anais...**Blumenau: Editora da FURB, 1994.

\_\_\_\_\_. **Uma proposta curricular de matemática para os cursos de engenharia utilizando modelagem matemática e informática**. 2002. 175 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2002.

FRANÇOIS, K. **The role of ethnomathematics within mathematics education**. Disponível em: <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg8-08-francois.pdf>. Acesso em: 09 set. 2013.

FRANZINI, P. C.; FERREIRA, D. H. L. **Modelagem matemática na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I**. 2009. Disponível em: <http://www.puc-campinas.edu.br/websist/portal/pesquisa/ic/pic2009/resumos/%7B4BFD6F00-8C90-4582-9FFF-F34E94949C0A%7D.PDF>. Acesso em: 2 ago. 2012.

FREYESLESBEN, L. C. **Responsabilidade Civil. Dano moral**. Disponível em: <http://tj-sc.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/6524283/apelacao-civel-ac-213814-sc-2008021381-4/inteiro-teor-12629135>. Acesso em: 26 jun. 2012.

FROTA, M. C. R. Perfis de estilos de aprendizagem matemática de estudantes universitários. **Educ. Matem. Pesq.** São Paulo, v. 12, n. p.89-110, 2010.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR (FUVEST). **Relação candidato-vaga 2012**. Disponível em: [http://www.fuvest.br/vest2012/informes/relacao\\_candidato\\_vaga\\_2012.pdf](http://www.fuvest.br/vest2012/informes/relacao_candidato_vaga_2012.pdf). Acesso em: 20 fev. 2012.

GADOTTI, M. **A carta da Terra na Educação**. São Paulo: Livraria Instituto Paulo Freire, 2010.

GALDÓN, L. S. *et al.* Estrategias de aprendizaje basadas en la modelización matemática en educación secundaria obligatoria. In: JAEM - JORNADAS SOBRE APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, 15., 2011, Gijón. **Anais...** Gijón: FESPM, 2011. p. 1-20.

GALLARDO, P. C. **La matemática en el contexto de las ciências**. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1794/179414894003.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2012.  
\_\_\_\_\_. **La modelación matemática en la formación del ingeniero**. Disponível em: [http://www.m2real.org/IMG/pdf\\_Patricia\\_Camarena\\_Gallardo-II.pdf](http://www.m2real.org/IMG/pdf_Patricia_Camarena_Gallardo-II.pdf). Acesso em: 2 ago. 2012.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **RAE**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20 – 29, 1995.

GOMES, A. F. C. **Síntese Reflexiva: Teoria da Flexibilidade Cognitiva**. 2007. Disponível em: [http://blackmirror.files.wordpress.com/2007/07/sr\\_tfc.pdf](http://blackmirror.files.wordpress.com/2007/07/sr_tfc.pdf). Acesso em: 28 jun. 2012.

GOMES, G. H.; FRANT, J. B.; POWELL, A. B. O pensamento matemático dos estudantes de Engenharia: um estudo de caso do projeto de final de curso. In: CIAEM – CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife. **Anais...** Recife: Comitê Interamericano de Educação Matemática, 2011. 1 CD – ROM.

GOMEZ i URGELLÉS, J. La modelización matemática: una herramienta válida en la enseñanza de las matemáticas universitarias. **Suma**, n. 42, p. 37-45, fev. 2003.

\_\_\_\_\_. **La ingeniería como escenario y los modelos matemáticos como actores.** 2004. Disponível em: [http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/149\\_joan\\_gomez.doc](http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/149_joan_gomez.doc). Acesso em; 21 jun. 2012.

GROENWALD, C. L. O.; BECHER, E. L. Características do Pensamento Algébrico de Estudantes do 1º Ano do Ensino Médio. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.12, n.2, p. 242-270, 2010 .

GT – 10 (MODELAGEM MATEMÁTICA). **Quem somos?** Disponível em: <http://www.sbem.com.br/gt10/quemsomos.html>. Acesso em: 10 abr. 2012.

HAINES, C.; CROUCH, R. **Remarks on a modelling cycle and interpretation of behaviours.** 2007. Disponível em: [http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read\\_attach.php?id=9425](http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read_attach.php?id=9425). Acesso em: 20 jun. 2012.

HORI, C. Y.; RENOFIO, A. **A inserção do engenheiro ambiental com garantia para uma evolução sustentável.** Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_079\\_547\\_11366.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_079_547_11366.pdf). Acesso em: 10 set. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Escassez de engenheiros: realmente um risco?** 2010. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf/100224\\_Rada6\\_apres\\_Escassez\\_EngenheirosD ISET.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf/100224_Rada6_apres_Escassez_EngenheirosD ISET.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2012.

#### **Nota técnica:**

Tarifação e financiamento do transporte público urbano. 2013. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/notatecnicadirur\\_transpostetarifas.pdf](http://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/notatecnicadirur_transpostetarifas.pdf). Acesso em: 20 de agosto de 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP (BRASIL). **Censo da Educação Superior 2010**. Disponível em: <[portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task...>](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task...). Acesso em: 10 de fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **ENADE: Nota Técnica 2007**. Disponível em: [http://enadeies.inep.gov.br/enadeResultado/pdfs/nota\\_tecnica%20-%20IDD.pdf](http://enadeies.inep.gov.br/enadeResultado/pdfs/nota_tecnica%20-%20IDD.pdf). Acesso: 11 ago. 2012.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) e o INSTITUTO AMBIENTAL VIDÁGUA. **Campanha Cílios do Ribeira**. 2011. Disponível em: <<http://www.ciliosdoribeira.org.br/pt-br/ovale/conheca>>. Acesso em: 10 de fev. 2012.

ISAACSON, W. **Steve Jobs: a biografia**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

ISHIKAWA, E. H. Critério para cálculo de indenização por danos morais. In: COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 15., 2009, São Paulo. **Anais...**São Paulo: IBAPE/SP, 2009.

JACOBINI, O. R. **A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula**. 2004. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.  
\_\_\_\_\_. Modelagem Matemática em sua Dimensão Crítica: novos caminhos para conscientização e ação políticas. In: CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto. 2007. 1 CDROM.

JENSEN, T. H. **Assessing mathematical modelling competency**. 2007. Disponível em: <http://pure.au.dk/portal/files/224/THJ07-ICTMA12-paper.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2012.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. **A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education**. 2006. Disponível em: <http://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm063a9.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2012.  
\_\_\_\_\_. *et al.* **Report from the working group modeling and applications: differentiating perspectives and delineating commonalities**. 2007. Disponível em: <http://www.epb.uni-hamburg.de/erzwiss/kaiser/pdf-publist/cerme5-Introduction.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2012.

KELLY, G. A. **A theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963.

KILPATRICK, J. Problem solving and creative behavior in mathematics. In: WILSON, J. W. ; CARRY, L. R. (Eds.), **Studies in Mathematics**, v. 195. Standford, CA: School Mathematics Study Group, 1969.

KLUBER, T. E.; BURAK, D. **Modelagem matemática: pontos que justificam a sua utilização no ensino.** 2007. Disponível em: [http://www.sbem.com.br/files/ix\\_enem/Comunicacao Cientifica/Trabalhos/CC05020496936T.rtf](http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC05020496936T.rtf).. Acesso em: 20 jun. 2012.

KOLB, D. **Experimental learning.** Englewood Cliffs, Prentice-Hall, NJ,USA, 1984.

KRUTETSKII, V. A. **The psychology of mathematical abilities in school children.** Chicago, IL: University of Chicago, 1976.

KUESTER, S. *et al.* Conectividade na construção de conhecimentos: adequação da grade curricular no curso de engenharia de materiais. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, Florianópolis, Edição Especial, p. 195 – 207, 2011.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

LAGE, M. A. **Mobilização das formas de pensamento matemático no estudo de transformações geométricas no plano.** 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LAUDARES, J. B.; GAZIRE, E. S. Iniciação à modelagem com equações diferenciais em cursos de Engenharia. In: CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2007. 1 CD- ROM.

LEFF, E. **Discursos sustentáveis.** São Paulo: Cortez, 2010.

LEITÃO, J. J. **Direito Penal Quântico.** 2010. Disponível em: [http://ww3.lfg.com.br/public\\_html/article.php?story=20100906204606539&mode=print](http://ww3.lfg.com.br/public_html/article.php?story=20100906204606539&mode=print) . Acesso em: 12 jul. 2012.

LEMKE, J. L. Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R. (Ed.). **Reading Science**. London: Routledge, 1998. p. 87-114.

LINGEFJÄRD, T. Faces of mathematical modeling. **ZDM**, v.38, n.2, p. 96-112, 2006.

LYRA FILHO, R. A ciência do Direito. **Revista Notícia do Direito Brasileiro**, n. 11, Brasília, p. 269-288, 2005.

\_\_\_\_\_. **O que é Direito**. 17. ed. Coleção Primeiros Passos - 62. São Paulo: Brasiliense, 2001.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em que Direito?** Brasília: NAIR, 1984.

\_\_\_\_\_. **A constituinte e a reforma universitária**. Brasília: NAIR, 1985.

LOZADA, C. O. **O essencial invisível aos olhos**: uma viagem divertida e colorida pela estrutura da matéria através de uma sequência ensino-aprendizagem para a introdução de física de partículas elementares na 8ª série do ensino fundamental. 2007. 424 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)-Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. A prática da modelagem matemática e a formação de professores: as percepções iniciais dos professores em um curso de especialização em modelagem matemática. In: CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEM, 2009. 1 CD- ROM.

\_\_\_\_\_. Reflections on the application of mathematical modelling in other fields of knowledge. In: ICTMA - INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICAL MODELLING AND APPLICATIONS, 16., 2013, Blumenau. **Anais...** Blumenau: FURB, 2013. 1 CD-ROM.

LUCKESI, C. C. Formação do educador sob uma ótica transdisciplinar. **Revista ABC EDUCATIO**, v. 4, n. 29, nov, p. 1-12, 2003

\_\_\_\_\_. Avaliação da aprendizagem: domínio e/ou desenvolvimento? **Revista ABC EDUCATIO**, n. 54, Mar, p. 1-7, 2006.

LÜDKE, M. ; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAAß, K. What are modelling competencies? **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n.2, p.113-142, 2006.

MACHADO, S. D. A. **A relação entre os matemáticos e os educadores matemáticos.** 2004. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/13/MR02.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2012.

MARCHETI, A. P. C. **Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de engenharia:** um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas. 2001. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

MARCONI, M. A. ; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 2002.

MASSON, T. J. *et al.* Eficiência e eficácia no ensino de engenharia. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Abenge. Disponível em: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 1 CD – ROM.

MALHEIROS, A. P. S. **A Produção matemática dos alunos em ambiente de modelagem.** 2004. 194 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro. 2004.

\_\_\_\_\_. **Educação matemática on-line:** a elaboração de projetos de modelagem. 2008. 187 f. (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro. 2008.

MATSUKI, E. **De 2000 a 2012, tarifas de ônibus sobem 67 pontos acima da inflação, diz Ipea.** 2013. Disponível em: <http://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/brasil/2013/07/04/de-2000-a-2012-tarifas-de-onibus-sobem-67-pontos-acima-inflacao-diz-ipea.htm>. Acesso em: 10 jul. 2013.

MÁXIMO, L. **MEC autoriza faculdades particulares a abrir cursos de engenharia.** 2011. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/politica/mec-autoriza-faculdades-particulares-abrir-cursos-de-engenharia-2721185> . Acesso em: 20 fev. 2012.

McCLINTOCK, C.C; BRANNON, D.; D.; MAYNARD-MOODY, S. Applying the logic of de sample surveys to qualitative case studies: the case cluster method. In: VAN MAANEN, J. J. (Ed). **Qualitative methodology.** Sage Publications, Beverly Hills, CA, USA., 1983, p.149-178.



MIGUEL, I. C. ; NATTI, P. L. **Uma proposta de modelagem matemática aplicada à produção de farinha de trigo.** 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1498-8.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica.** Porto Alegre: UFRGS, 2005.

MORIN, E. **Ciência com consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao pensamento complexo.** Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, n.4, p. 267-285, 1995.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências.** Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000.

MOUSSAVI, M. **Mathematical modeling in engineering education.** 1998. Disponível em: <http://fie-conference.org/fie98/papers/1347.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2012.

MUZZI, M. **Etnomatemática, modelagem e matemática crítica: novos caminhos.** **Presença Pedagógica**, v. 10, n. 56, mar./abr, p. 31-39, 2004.

NALINI, J. R. Justiça: aliada eficaz da natureza. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento.** Campinas: Armazém do Ipê, 2008.

\_\_\_\_\_. **Ética ambiental.** Campinas: Millenium Editora, 2010.

\_\_\_\_\_. **Ética geral e profissional.** São Paulo: RT, 2011.

NASSER, L. **Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo.** 2004. Disponível em: [www.sbem.com.br/files/ix\\_enem/Mesa/Artigo%20Lilian%20MR13.doc](http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Mesa/Artigo%20Lilian%20MR13.doc). Acesso em: 28 jun. 2012.

NEGRELLI, L. G. **Uma reconstrução epistemológica do processo de modelagem matemática para a educação (em) matemática.** 2008. 94 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 1999.  
\_\_\_\_\_. **Reforma da educação e do pensamento: complexidade e transdisciplinaridade**. 2001. Disponível em: [http://www.wservices.srv.br/public/projetos/a1educar/UserFiles/files/TRANS\\_COMPL\\_EXIDADE%20E%20TRANSDISC%20-%20Nicolescu\(1\).pdf](http://www.wservices.srv.br/public/projetos/a1educar/UserFiles/files/TRANS_COMPL_EXIDADE%20E%20TRANSDISC%20-%20Nicolescu(1).pdf). Acesso em: 10 set. 2013.  
\_\_\_\_\_. **Educação e transdisciplinaridade**. CETRANS. São Paulo: Triom, 2002.

OCDE. Programme for International Student Assessment (PISA). **Problem Solving for Tomorrow World First Measures of Cross- Curricular Competencies from PISA 2003**. Paris: OECD Publications, 2004.

\_\_\_\_\_. Programme for International Student Assessment (PISA - 2003). **PISA 2003 – Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de literacia matemática**. Paris: OECD Publications, 2004.

OLIVEIRA, A. M. P.; PATROCÍNIO JR, C. A.; SANTANA, T. S. Como trabalhar modelagem matemática na formação de professores. ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM, 2007. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, L. G. **O pensamento jusfilosófico de Roberto Lyra Filho: descrição histórico-política e aplicação ao Direito Penal**. 2008. 171f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2008.

OLIVEIRA, M. L. C. **As estratégias adotadas pelos alunos na construção de modelos matemáticos**. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2007.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática: a construção de um conceito**. 2010. Disponível em: [http://www.educonufs.com.br/ivcoloquio/cdcoloquio/eixo\\_06/E6-32a.pdf](http://www.educonufs.com.br/ivcoloquio/cdcoloquio/eixo_06/E6-32a.pdf). Acesso em: 27 de jul. 2013.

OLIVEIRA, V. F. **Falta de engenheiros pode comprometer crescimento**. 2011. Disponível em: < <http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/falta-de-engenheiros-pode-comprometer-crescimento/>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

ONUCHIC, L. R. **A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos e para onde iremos?** 2012. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica\\_artigos/artigo\\_lonuchic.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_lonuchic.pdf). Acesso em: 25 maio. 2012.

OREY, D. C.; ROSA, M. Educação matemática: algumas considerações e desafios na perspectiva etnomatemática. **Rev. Ed. Popular**, Uberlândia, v.8, p.55-63, jan./dez. 2009

ORO, N. T.; KRIPKA, R. M. L. **Aplicação de modelagem matemática no ensino básico de engenharia.** 2011. Disponível em: <http://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/375>. Acesso em: 20 fev. 2012.

PAIVA, A. M. S.; SÁ, I. P. **Educação matemática crítica e práticas pedagógicas.** Disponível em: <http://www.rioei.org/deloslectores/3869Severiano.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2012.

PASSOS, C. M. **Etnomatemática e educação matemática crítica.** 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

PEGOLLO, C. A. G. **Modelos matemáticos em engenharia: motivando a pesquisa e a integração.** 2005. Disponível em: [ftp://ftp.usjt.br/pub/revint/153\\_41.pdf](ftp://ftp.usjt.br/pub/revint/153_41.pdf). Acesso em: 20 fev. 2012.

PEREIRA, M. A., BAGGIO, L. Reconhecendo os estilos de aprendizagem dos alunos da engenharia a fim de aprimorar os métodos de ensino. In: I ENCONTRO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO e I SIMPÓSIO DE GESTÃO INDUSTRIAL, 2005, Ponta Grossa. **Anais...** UTFPR: Ponta Grossa, 2005. 1 CD-ROM.

PEREIRA, M. A.; KURI, N. P.; SILVA, A. N. R. Os estilos de aprendizagem e o ensino de engenharia de transportes. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 28, 2004, Florianópolis, **Anais...** ANPET: Florianópolis, 2004. 1 CD-ROM.

PERRENET, J.C.; ZWANEVELD, B. The many faces of the mathematical modeling cycle. **Journal of mathematical modelling and application**. n.1, v.6, p. 3-21, 2012.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n.2, p. 93-114, 2002.

PIRES, R. F.; MAGINA, S. **O uso da modelação matemática na construção do conceito de função**. 2011. Disponível em: <http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/403/supp/403-1102-1-SP.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

POLETTI, R. R. B. **Um rodapé para o Direito Achado na Rua**. 2013. Disponível em: [http://odireitoachadonarua.blogspot.com.br/2013\\_05\\_01\\_archive.html](http://odireitoachadonarua.blogspot.com.br/2013_05_01_archive.html). Acesso em: 20 nov. 2013.

PONTE, J. P. **Estudos de caso em educação matemática**. 2006. Disponível em: [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20\(Estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20(Estudo%20caso).pdf). Acesso em: 20 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. BRANCO, N.; MATOS, A. **Álgebra no Ensino Básico**. 2009. Disponível em: [http://www.esev.ipv.pt/mat1ciclo/textos/003\\_Brochura\\_Algebra\\_NPMEB\\_\(Set2009\).pdf](http://www.esev.ipv.pt/mat1ciclo/textos/003_Brochura_Algebra_NPMEB_(Set2009).pdf). Acesso em: 12 out. 2013.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1978.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Manual de cálculo da tarifa de ônibus de Porto Alegre**. 2013. Disponível em: [http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu\\_doc/manual\\_calculo\\_tarifario\\_internet\\_18jul2013.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/manual_calculo_tarifario_internet_18jul2013.pdf). Acesso em: 17 ago. 2013.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Pacto pela transparência nos transportes**. 2013. Disponível em: <http://estaticog1.globo.com/2013/06/25/PactopelaTransparencianosTransportes.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2013.

PRIETO SANCHEZ, M. D.; STERNBERG, R. J. La teoría triárquica de la inteligencia: un modelo que ayuda a entender la naturaleza del retraso mental. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, n. 11, maio/ago, 1991, p. 77-93, 1991.

QUARTIERI, M. T.; BORRAGINI, E. F.; DICK, A. P. Superação de dificuldades no início dos cursos de engenharia: introdução ao estudo de física e matemática. In: COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Abenge, 2012.

REIS, C. **Avaliação do dano moral**. Rio de Janeiro: Forense, 1998.

REUTERS. **Clima causou prejuízo de US\$ 200 bi por ano na última década**, diz relatório. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/11/clima-causou-prejuizo-de-us-200-bi-por-ano-na-ultima-decada-diz-relatorio.html>. Acesso em: 19 nov. 2013.

RIBEIRO, A. J. Equação: noção matemática ou paramatemática? **Unión**, n. 16, p. 169 – 182, dez., 2008.

RICARDO, E. C. **O desenvolvimento de competências: uma compreensão para o ensino das ciências**. 2011. Disponível em: [moodle.stoa.usp.br/mod/resource/view.php?id=33530](http://moodle.stoa.usp.br/mod/resource/view.php?id=33530). Acesso em: 18 jul. 2012.

RIVERA, S. A. Q.; RENDÓN, M. D.; GALLEGOS, R. R. **Las competencias de modelación matemática para el aprendizaje del cálculo de volumen con apoyo en las webquest**. Disponível em: [http://www.virtualeduca.info/ponencias2011/165/Ponencia%20CompetenciasModelacion\\_SamanthaQuiroz.docx](http://www.virtualeduca.info/ponencias2011/165/Ponencia%20CompetenciasModelacion_SamanthaQuiroz.docx).. Acesso em: 10 jun. 2012.

ROBERT, A. Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v.18, n.2, p. 139-190, 1998.

ROCHA FILHO, J. B.; BASSO, N.; BORGES, R. **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica**. PORTO Alegre: EDIPUCRS, 2007.

ROSA, M.; OREY, D. A Etnomodelagem como uma ferramenta pedagógica para o Programa Etnomatemática. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**, v.3,n.2, p.14- 23, 2010.

ROSA, P. R. S. **A teoria cognitivista de David Ausubel**. Disponível em: [http://dc356.4shared.com/doc/Ft0R\\_QyU/preview.html](http://dc356.4shared.com/doc/Ft0R_QyU/preview.html). Acesso em: 30 set. 2013.

ROSS, A. **Direito e justiça**. São Paulo: Edipro, 2000.

SANT'ANA, M. F. **Modelagem Matemática na licenciatura**. 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/palestras/MODELAGEMMATEMATICA.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2012.

SANTOS, A. **Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v13n37/07.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

SANTOS, D. C. S.; TELES, R. A. M. **Temática socioambiental e as grandezas e medidas: contexto ou pretexto?** 2011. Disponível em: [http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/viewFile/1662/376](http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1662/376). Acesso em: 10 set.2012.

SCHOENFELD, A. **Mathematical Problem Solving**. New York, Academic Press, 1985.  
\_\_\_\_\_ **Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics**. In: GROUWS D. A. (Ed.), **Handbook of mathematics teaching and learning**. New York: Mc Millan Publishing Company, 1992.

SCOTT, P. **The Intellectual Contributions of Ubiratan D'Ambrosio to Ethnomathematics**. In: CIAEM-IACME - INTERAMERICAN CONFERENCE ON MATH EDUCATION, 13, 2011, Recife, PE. **Anais...**Recife, PE: ICMI, 2011.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SHITSUKA, R.; SILVEIRA, I. F. **Comparação da cobertura de conceitos das disciplinas de Matemática do primeiro período de dois cursos de Engenharia Ambiental**. Disponível em:

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/exatas/comparacao%20da%20cobertura.pdf>  
. Acesso em: 12 jul 2012

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform (1987) In: SHULMAN, L. S. **The wisdom of practice: essays on teaching and learning to teach**. San Francisco: Jossey-Bass, p.1-14, 2004.

SILVA, M. D. F. O uso da Modelagem Matemática no Curso de Elementos de Cálculos para Engenharia Florestal. CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2007. 1 CD- ROM.

SILVA, K. A. P.; ALMEIDA, L. M. W. **Modelagem matemática e semiótica: algumas relações**. 2009. Disponível em: [http://www.uel.br/grupo-pesquisa/grupemat/docs/CC07\\_cnmem2009.pdf](http://www.uel.br/grupo-pesquisa/grupemat/docs/CC07_cnmem2009.pdf). Acesso em: 10 set.2012.

SILVA, J. A. **Curso de Direito Constitucional Positivo**. 23. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

SILVA, M. S.; BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. O sequenciamento do ambiente de modelagem matemática a partir do contato com materiais curriculares educativos. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 2, p.240-259, maio/ago. 2012.  
\_\_\_\_\_. Materiais curriculares educativos sobre modelagem matemática e a recontextualização pedagógica operada por professores iniciantes. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n.34, p. 47-67, jun. 2013.

SILVESTRE, G. F. **Critérios para reparação do dano moral**. 2006. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/8430>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

SIMAS, A. **As graduações campeãs de desistência**. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-universidade/nocampus/conteudo.phtml?id=1248860>. Acesso em: 28 out. 2013.

SIQUEIRA, M. I. Considerações sobre ordem em colônias: as legislações na exploração do pau- brasil. **Revista Clio**, UFPE. n. 29.1, p. 1-16, 2011.

SKOVSMOSE, O. **Competência democrática e conhecimento reflexivo em matemática**. 1992. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/fdm/textos/skovsmose.doc> . Acesso em: 17 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papyrus, 2001.

\_\_\_\_\_. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2007.

\_\_\_\_\_. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

SOARES, L. H. **Aprendizagem significativa na educação matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, 2009.

SOMMERMAN, A. **Complexidade e transdisciplinaridade**. 2005. Disponível em: <http://www.ufrj.br/leprans/arquivos/complex.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2012.

SOUSA, A. **Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva ao 1º Ciclo do Ensino Básico: um estudo sobre a qualidade do ambiente**. 2004. 171 f. Mestrado (Educação) - Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2004.

SOUSA, N. H. B. *et al.* O Direito Achado na Rua: 25 anos de experiência universitária. **Revista Participação** – Revista do Decanato de Extensão da Universidade de Brasília, ano 12, n. 18, p. 43-53, 2010.

SOUSA JR, J. G. **Direito como liberdade: o direito achado na rua, experiências populares emancipatórias de criação do Direito**. 2008. 338 f. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2008a.

\_\_\_\_\_. **A construção social da cidadania: o Direito Achado na Rua**. 2008b. Disponível em:

[http://www.fd.unb.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=247%3Aa-construcao-social-da-cidadania-o-direito-achado-na-rua&catid=180%3Acad-noticias-menor-impacto&Itemid=2829&lang=br](http://www.fd.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=247%3Aa-construcao-social-da-cidadania-o-direito-achado-na-rua&catid=180%3Acad-noticias-menor-impacto&Itemid=2829&lang=br). Acesso em: 18 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. **Direito relembra trajetórias de Roberto Lyra Filho e Luis Alberto Warat**. 2011. Disponível em:



<http://www.unb.br/noticias/unbagencia/unbagencia.php?id=5299>. Acesso em: 18 nov. 2013.

SOUZA, M. B. **A influência dos conteúdos e atividades de iniciação científica para o estímulo ao desenvolvimento do pensamento crítico em Ciências Contábeis:** pesquisa com coordenadores de curso na cidade de São Paulo. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado Controladoria e Contabilidade Estratégica) - Centro Universitário Álvares Penteado, 2005.

SOKOL, N.; RIVERA, Z. Ciencia de la información: un saber de relevante presencia matemática. **ACIMED**, v.14, n.2, mar.-abr, p. 1-15, 2006.

SPIRO, R. J., COULSON, R. L., FELTOVICH, P. J., ANDERSON, D. **Cognitive flexibility theory:** Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.

\_\_\_\_\_. , FELTOVICH, P.J.; JACOBSON, M.J.; COULSON, R.L. Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In: DUFFY, T; JONASSEN, D. (Eds.). **Constructivism and the technology of instruction.** Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992.

\_\_\_\_\_. , COLLINS, B. P. THOTA, J. J., FELTOVICH, P. J. Cognitive flexibility theory: Hypermedia for complex learning, adaptive knowledge application, and experience acceleration. **Educational Technology**, v. 44, n.5, p. 5-10, 2003.

STANIC, G. M. A.; KILPATRICK, J. Historical Perspectives on Problem Solving in the Mathematics Curriculum. In: Charles, R. I.; Silver, E. A. (Eds.). **The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving.** Reston: NCTM, 1989, p. 1-22.

STERNBERG, R. J. **Beyond IQ:** A triarchic theory of human intelligence. New York: Cambridge University Press.1985.

\_\_\_\_\_. *The triarchic mind: A new theory of human intelligence.* New York: Yale University, 1988.

\_\_\_\_\_. **Sternberg Triarchic Abilities Test.** Unpublished research instrument available from author, 1993.

\_\_\_\_\_. *Thinking Styles.* New York: Cambridge University Press, 1997.

\_\_\_\_\_. ; GRIGORENKO, E. Are cognitive styles still in style? **American Psychologist**, v.52, n.7, p.700-712, 1997.

\_\_\_\_\_. **Psicologia Cognitiva.** Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

\_\_\_\_\_. The theory of successful intelligence. **Interamerican Journal of Psychology**, v. 39, n. 2, p. 189-202, 2005.

STEWART, J. **Cálculo**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. v.1.

STILLMAN, G. **Applications and modelling research in secondary classrooms: what have we learnt?** 2012. Disponível em: [http://www.icme12.org/upload/submission/1923\\_F.pdf](http://www.icme12.org/upload/submission/1923_F.pdf). Acesso em: 12 jul 2012.

STRECK, L. L.; MORAIS, J. L. B. **Ciência Política e Teoria Geral do Estado**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2000.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TESCH, R. **Qualitative Research: Analysis Types & Software Tools**. Bristol, PA: Falmer Press, 1990.

TESSLER, M. I. B. **O valor do dano ambiental**. Disponível em: [http://www.tjrs.jus.br/export/poder\\_judiciario/tribunal\\_de\\_justica/centro\\_de\\_estudos/do\\_utrina/doc/dano\\_ambiental\\_\\_ufrgs\\_out\\_2004.pdf](http://www.tjrs.jus.br/export/poder_judiciario/tribunal_de_justica/centro_de_estudos/do_utrina/doc/dano_ambiental__ufrgs_out_2004.pdf). Acesso em: 16 nov. 2013.

UFOP. **Relatório de Curso – Engenharia Ambiental, ENADE 2008**. Disponível em: [http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost\\_files/avalia\\_c3\\_a7\\_c3\\_a3o\\_20enade\\_20-20ufop.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/avalia_c3_a7_c3_a3o_20enade_20-20ufop.pdf). Acesso em: 20 jun. 2012.

VALENTE, J. A. Aprendizagem continuada ao longo da vida: o exemplo da terceira idade. In: KACHAR, V. (Org.). **Longevidade: um novo desafio para a educação**. São Paulo: Cortez Editora, 2001. p. 27 – 44.

VASCO, C. E. **El pensamiento variacional y la modelación matemática**. Disponível em: [http://pibid.mat.ufrgs.br/2009-2010/arquivos\\_publicacoes1/indicacoes\\_01/pensamento\\_variacional\\_VASCO.pdf](http://pibid.mat.ufrgs.br/2009-2010/arquivos_publicacoes1/indicacoes_01/pensamento_variacional_VASCO.pdf). Acesso em: 20 jun. 2012.

VELEDA, G. G.; ALMEIDA, L. M. W. . A caracterização de realidade em trabalhos de Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEM, 2010. p. 1-10.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1987.

WEBER, R. G. **Estudo das dificuldades de leitura e interpretação de textos matemáticos em enunciados de problemas por alunos do ensino médio**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

WEIL, P. Axiomática transdisciplinar ara um novo paradigma holística. In: WEIL, P. *et al.* (Org.). **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. São Paulo: Summus, 1993.

WOLKMER, A. **Direito relembra trajetórias de Roberto Lyra Filho e Luis Alberto Warat**. 2011. Disponível em: <http://www.unb.br/noticias/unbagencia/unbagencia.php?id=5299>. Acesso em: 18 nov. 2013.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Sage Publications Inc.: USA, 1989.

# ANEXOS

## ANEXO A

ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA					
Sem.	Disciplina	CH	Sem.	Disciplina	CH
<b>1º</b>	Computação Aplicada	80	<b>6º</b>	Geoprocessamento e Cartografia	80
	Mecânica Clássica	80		Administração e Economia	80
	Comunicação Aplicada	80		Mecânica dos Solos	80
	Fundamentos de Cálculo Diferencial e Integral	80		Hidráulica e Hidrologia	80
	Álgebra, vetores e Geometria Analítica	80		Química Analítica	80
	Projeto Integrado I	40		Projeto Integrado VI	40
	Atividades Complementares I	20		Atividades Complementares VI	20
	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>		<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>
<b>2º</b>	Ciências do Ambiente	80	<b>7º</b>	Topografia e Geodésia	80
	Introdução à Engenharia	80		Processos Biotecnológicos	80
	Química Geral	80		Gestão Econômica e Investimentos	80
	Cálculo Diferencial e Integral 1	80		Saneamento Básico e Ambiental	80
	Onda, Acústica e Ótica	80		Química Ambiental	80
	Projeto Integrado II	40		Projeto Integrado VII	40
	Atividades Complementares II	20		Atividades Complementares VII	20
	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>		<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>
<b>3º</b>	Ciências Sociais e Cidadania	80	<b>8º</b>	Sistemas de Drenagem Urbana	80
	Cálculo Diferencial e Integral 2	80		Direito Ambiental	80
	Eletricidade Geral	80		Gestão de Resíduos Sólidos	80
	Ciência e Tecnologia dos Materiais	80		Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas Ambientais	80
	Desenho Técnico	80		Poluição Ambiental	80
	Projeto Integrado III	40		Disciplina Optativa: Libras	40
	Atividades Complementares III	20		Projeto Integrado VIII	40
	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>		Atividades Complementares VII	20
<b>4º</b>	Cálculo Numérico	80	<b>9º</b>	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>
	Biologia e Microbiologia	80		Auditorias, Normas e Licenciamentos Ambientais	80
	Resistência dos Materiais	80		Bioreatores	80
	Química Inorgânica	80		Saúde Ambiental	80
	Estatística e Controle de Qualidade	80		Gerenciamento de resíduos líquidos	80
	Projeto Integrado IV	40		Gerenciamento de resíduos gasosos	80
	Atividades Complementares IV	20		Projeto Integrado IX	40
	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>		Atividades Complementares IX	20
<b>5º</b>	Mecânica dos Flúidos	80	<b>10º</b>	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>
	Meteorologia e Climatologia	80		Ergonomia e Segurança do Trabalho	80
	Geologia Aplicada	80		Gestão e Educação Ambiental	80
	Química Orgânica	80		Avaliação de Impactos Ambientais	80
	Calor e Termodinâmica	80		Gestão de Projeto, tecnologia e Sustentabilidade	80
	Projeto Integrado V	40		Técnicas de Recuperação Ambiental	80
	Atividades Complementares V	20		Trabalho de Conclusão de Curso	80
	<b>Ch Semestre</b>	<b>460</b>		<b>Ch Semestre</b>	<b>480</b>
				Disciplinas Obrigatórias	4360
				Disciplina Optativa: Libras	40
				Estágio Curricular Supervisionado	360
				Atividades Complementares	180
				Trabalho de Conclusão de Curso - TCC	80

## ANEXO B



ESTADO DA PARAÍBA  
ASSEMBLEIA LEGISLATIVA  
Casa de Epiácio Pessoa

Certifico, para os devidos fins, que esta  
L. E. I. foi publicada no D. O. E.,  
Data: 15/05/2013  
Cristina Dúrcia S&S  
Diretora Executiva do Registro de Atos  
e Legislação da Casa Civil do Governador

LEI Nº 9.977, DE 13 DE MAIO DE 2013.

Dispõe sobre a proibição de utilização de aparelhos sonoros em transportes públicos na Paraíba.

O 2º VICE-PRESIDENTE DA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DA PARAÍBA

Faz saber que a Assembléia Legislativa decreta, e eu, em razão da sanção tácita, nos termos do § 1º do Art. 196 da Resolução nº 1.578/2012 (Regimento Interno) c/c o § 7º do art. 65, da Constituição Estadual, Promulgo a seguinte Lei:

**Art. 1º** Fica proibido aos usuários dos transportes coletivos municipais e intermunicipais (rodoviário, hidroviário, aquaviário e ferroviário) no âmbito do Estado da Paraíba, a utilização de aparelhos sonoros ou musicais no modo “auto-falante” para ouvir música e similares, exceto com a utilização de fones de ouvido ou aparelhos auditivos de uso pessoal.

§ 1º A expressão transportes coletivos municipais e intermunicipais, compreende: ônibus, micro-ônibus, vans, auto-lotações, ferry boats, catamarãs, lanchas, barcas, balsas e similares, trem, metrô, VLTs e quaisquer outros que transporte pessoas mediante concessão ou autorização pública de serviço.

§ 2º A expressão “aparelhos sonoros ou musicais”, compreende: telefones celulares, ipod, tablet, notebook, netbook rádio, MP3, MP4, mini caixas de som portátil, tocadores pessoais de música em formato digital, pen drive acoplado a mini caixas de som e similares.

**Art. 2º** É obrigatória a fixação de avisos proibitivos nos locais abrangidos pela presente Lei, com indicação do número e data da mesma, em letras legíveis e de fácil visualização, contendo a seguinte expressão:

“É proibido o uso de aparelhos sonoros ou musicais no interior deste transporte, sem a utilização de fones de ouvido, sob pena de retirada do infrator e multa, conforme Lei Estadual nº 9.977/2013”.

**Art. 3º** A inobservância de preceituado no Art. 1º sujeitará os infratores a:

I - serão convidados a se retirar dos transportes coletivos especificados nesta Lei, pelos seus condutores e responsáveis, no ato da infração;

II - caso os infratores se neguem a observar tal recomendação, será pedida a intervenção policial imediatamente para que tome as providências cabíveis em obediência a Lei.

**Art. 4º** Os responsáveis pelo evento que descumprirem esta Lei ficarão sujeitos às seguintes penalidades:

I - advertência, quando da primeira infração;

II - multa, quando da segunda autuação da infração.

§ 1º A multa prevista no inciso II deste artigo será fixada em R\$ 1.000,00 (um mil reais) ao usuário do aparelho sonoro ou musical e à pessoa jurídica ou física que explore o serviço de transporte coletivo municipal ou intermunicipal, dobrados no caso de cada reincidência.

§ 2º O valor da multa de que trata o § 1º deste artigo será atualizado anualmente pela variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo IPCA, apurado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, acumulada no exercício anterior, sendo que, no caso de extinção desse índice, será adotado outro índice criado por legislação federal e que reflita a perda do poder aquisitivo da moeda.

§ 3º Os valores arrecadados com as multas previstas neste artigo serão depositados na conta do Fundo Estadual de Defesa dos Direitos do Consumidor - FEDDC.

§ 4º O Procon Estadual, responsável pelo cumprimento desta Lei, lavrará auto de infração impondo o pagamento da multa diária que trata o *caput* deste artigo.

**Art. 5º** A fiscalização do cumprimento e aplicação das penalidades previstas nesta Lei, compete ao PROCON Estadual e aos PROCONS Municipais, por delegação daquele, que poderá, para tanto,

valer-se de sua própria estrutura administrativa ou firmar convênio com entes públicos federais, estaduais e municipais, tais como os órgãos de proteção do consumidor e Secretarias de Meio Ambiente e similares, visando a total aplicabilidade desta Lei.

**Art. 6º** O Poder Executivo dentro de 60 (sessenta) dias regulamentará a presente Lei, se necessário, para a sua efetiva aplicação.

**Art. 7º** As despesas decorrentes da aprovação desta Lei ocorrerão por verba orçamentária própria.

**Art. 8º** Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

**Art. 9º** Revogam-se as disposições em contrário.

Paço da Assembleia Legislativa do Estado da Paraíba, "Casa de Epitácio Pessoa", João Pessoa, 13 de maio de 2013.

  
**TRÓCOLLI JÚNIOR**  
2º Vice-Presidente



## APÊNDICES

## APÊNDICE A – ENTREVISTA 1

( X ) Declaro estar ciente do exposto e concordo com a participação voluntária nesta pesquisa e autorizo a utilização de meu depoimento para fins científicos e de estudos (incorporação no texto da tese com a devida citação), conforme termo de consentimento já assinado.

### 1. O que o levou a elaborar uma equação para calcular o DANO MORAL?

**RESPOSTA:** A absoluta imprecisão sobre o valor do *quantum debeatur* nessas questões. Mas, sobretudo, em face das divergências inexplicáveis dos valores arbitrados pelas nossas Cortes de justiça, em que pese o *arbitrium boni viri*. Assim, entendi que seria necessário pelo menos um parâmetro para a fixação de valores coerentes e compatíveis com a realidade de cada caso especial. No meu modesto entendimento, os valores de DANOS MORAIS deverão sempre ser amoldados aos casos concretos – isto não é novidade! Observe, a título de ilustração, que os valores de DANOS MORAIS arbitrados pelo STJ – Tribunal modelador nessa linha – oscilam de R\$. 3.000,00 a R\$. 10.000,00 nos casos de inscrições indevidas no SERASA e SEPROC, bem como, 500 SM nas hipóteses de homicídios. É um princípio de modelagem dentro da linha de RAZOABILIDADE E PROPORCIONALIDADE, definidos pelo Tribunal.

### 2. Como chegou na equação e no que se baseou para montar a tabela de valores? O Sr contou com a ajuda de algum matemático e/ou perito?

**RESPOSTA:** Prefacialmente, além de bacharel em Direito, sou licenciado em Química e Física pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade Federal do Paraná. Portanto, a idéia da fórmula atendeu a conceitos básicos que possuo em Ciências Exatas.

E, quanto à fórmula destaco os seus pontos determinantes:

- **(SEv)** – A situação econômica da vítima é importante para aferir o seu *status* financeiro e, por conseqüência, social e cultural. Essa realidade compatibiliza a indenização às expectativas das necessidades dessas pessoas. Não se trata de discriminação mas sim, de compatibilização à realidade sócio-econômica de uma das partes no processo indenizatório:
- **(SEr)** – A situação econômica do réu determina a sua capacidade de liquidar a obrigação de indenização. De nada valerá uma indenização incompatível com os recursos econômicos de quem está obrigado ao pagamento – ela será ilíquida. Nesse particular, *mutatis mutandi* e a título de exemplo, invoco o

artigo 1.694, par. 1º do CC/2002. Deve ser dividido pelo montante do pagamento para compatibilizar com as suas possibilidades em cumprir a obrigação.

- **(MD)<sup>2</sup>** – A magnitude do dano é o ponto determinante da indenização. Afinal, toda indenização decorre de DANO INJUSTO, violação de Direito, afronta à Lei, negligência no cumprimento do ordenamento jurídico, etc. Para isso, o magistrado deverá observar a DIMENSÃO DO DANO e ou sua extensão nas mais diversas situações observando o que dispõe o *caput* do artigo 944 do CC/2002. O dano injusto sempre é uma violação à pessoa quanto à sociedade. Por essa razão, dimensionei-o a nível maior.
- **(QEr)** – O quociente de entendimento do réu é, no meu sentir, um ponto de responsabilidade. Afinal, quanto maior o nível de consciência dos direitos e obrigações da pessoa perante a sociedade, maior será o seu grau de responsabilidade. Os agentes irresponsáveis não estão preparados para viver em comunidade, eis que se trata de pessoas incivilizadas. A convivência social implica na observância de regras comunitárias. Esse fator deve, portanto, ser igualmente considerado para o efeito educativo presente nas indenizações de DANOS MORAIS – *teoria do valor do desestímulo* ou os *punitives damages*, claramente delineado pelo STJ em suas decisões.

### 3. Os parâmetros matemáticos tornam a sentença mais justa?

**RESPOSTA:** Não. Na realidade, *permissa vênia*, mais adequada ao princípio da equivalência – art. 953, par. Único do CC/2002. Isto porque, as questões sobre DANOS MORAIS, sempre serão de extrema complexidade quando se trata de fixar um valor que seja o mais justo. Afinal, qual o *pretium doloris* justo de uma mãe que perdeu seu filho, em face da ilicitude de terceiro? De qualquer forma, a fórmula nos remete a questões mais compatíveis com o caso concreto diante dos fatores que foram determinantes ao evento ilícito.

### 4. O Sr acha que a legislação deveria trazer os modelos matemáticos - o que facilitaria o cálculo?

**RESPOSTA:** Talvez a fórmula matemática expresse com mais precisão essas questões, sempre na busca de atendimento aos princípios delineados pelo STJ de *razoabilidade e proporcionalidade*.

### 5. O que o Sr acha do Projeto de Lei nº 523/2011 que incluirá a estatística não paramétrica na avaliação do dano moral?

**RESPOSTA:** Sempre será necessário observar a disposição prevista no art. 5º, inciso V da CF/88 que não admite tabelamento dos DANOS MORAIS. Todavia, os paradigmas apontados pelo Projeto de Lei número 523/11, embora não paramétricos, poderão contribuir para uma uniformização dos valores indenizatórios dos danos não patrimoniais. Esta é a grande falha do Código Civil de 2002 – já apontada na ocasião

pelo eminente jurista Miguel Reale, que criticou essa omissão legislativa por parte do Relator do Código Civil, na pessoa do Deputado Ricardo Fiúza. A lacuna legislativa será certamente suprida caso o Projeto se torne Lei. Ressalvo, no entanto, ser prematuro, com a devida vênia, afirmar que o Projeto de Lei suprirá de forma definitiva e satisfatória as questões relacionadas com os DANOS MORAIS.

## APÊNDICE B – ENTREVISTA 2

**1.O Sr acredita que o modelo matemático que propôs para o cálculo do valor da indenização do dano moral poderia ser aperfeiçoado? O Sr conhece a lógica fuzzy?**

**RESPOSTA:** Sem dúvida que poderá ser aperfeiçoado! Afinal, se trata de uma fórmula elementar, sem grandes indagações no campo das ciências exatas. Não conhecia a lógica fuzzy. Estou estudando-a para melhor reflexão.

**2. Se o seu modelo matemático fosse aperfeiçoado, por exemplo, com equações diferenciais, dada a complexidade para algum do Cálculo Diferencial e Integral, os magistrados exitariam em utilizá-lo por considerá-lo complexo?**

**RESPOSTA:** Sim! O magistrado não é letrado em ciências exatas. A complexidade de uma fórmula com exigência de compreensão do Cálculo Diferencial e Integral afastaria a possibilidade dos magistrados utilizarem referida fórmula. Por outro lado, isso implicaria na elaboração de laudos periciais por profissionais engenheiros ou matemáticos, o que encareceria o custo do processo. Os próprios advogados se oporiam a esses custos suplementares!

**3. O Sr acredita que a utilização de softwares para realizar o cálculo do valor da indenização do dano moral poderiam aproximar o magistrado do uso do modelo matemático?**

**RESPOSTA:** Nesse caso, o magistrado teria acesso a um software que possibilitaria um cálculo mais preciso, sem necessidade de compreensão dos elementos formais da matemática que embasaram seu conteúdo. Mas, mesmo assim, o magistrado terá que assimilar o conteúdo do programa, para verificar se o cálculo pretendido corresponde a um “*valor de equivalência*”, em face do “*pretium doloris*”. Afinal, os danos morais estão subordinados ao *arbitrium boni viri* do juiz. E, o juiz deverá obrigatoriamente verificar se os danos ocasionados nas vítimas atendem aos critérios de razoabilidade e proporcionalidade.

**4. Ao criar o modelo matemático para o cálculo do valor da indenização do dano moral o Sr não estaria criando um universo determinístico num campo que apresenta uma análise bastante subjetiva?**

**RESPOSTA:** A análise e o raciocínio do magistrado na fixação dos danos extrapatrimoniais é essencialmente subjetivista! Os juízes devem “sentir o dano dos outros”, para melhor poder avaliar a sua extensão e a partir daí, fixar o valor de equivalência. Deverá, nesse caso, utilizar-se da régua de LESBOS, preconizada por Aristóteles, para melhor avaliar os contornos do dano e sua extensão no espírito da vítima. Não seria o caso de criar um universo determinístico porque cada caso corresponde a uma situação atípica – cada um sente a dor ao seu modo e em face das circunstâncias de cada caso. É naturalmente diferente a dor de uma mãe que perdeu seu filho daquela que foi apontada injustamente no SERASA. Os níveis de dor são diferentes. O magistrado deve ter SENSIBILIDADE E ALCANCE ESPIRITUAL para estabelecer com precisão essas diferenças!

**5. Há duas críticas ao modelo matemático proposto pelo Sr:**

Barouche (2011, p.2):

“(...) magistrado paranaense Clayton Reis que propõe a criação de um sistema complexo no qual o valor da indenização se resolverá em uma equação matemática, porém, nesta fórmula, a fortuna do réu influirá decisivamente na fixação do montante, e também a situação econômica da vítima será decisiva para a fixação da indenização, o que constitui verdadeiro absurdo, pois, reconhecendo-se o dano moral como lesão à dignidade da pessoa humana, seria o mesmo que reconhecer aos abastados maior dignidade que aos desafortunados. Além do mais, já nos posicionamos a respeito da fixação do dano moral por quantum matemático como forma não adequada perante a Lei Maior e seus princípios.”

**RESPOSTA:** Já conhecia essa crítica! Ela foi objeto de discussão em uma das Jornadas de Direito Civil, promovida pelo STJ em Brasília. Aliás, as críticas levam-me a concluir que a proposta da fórmula é apenas uma sugestão para resolver a difícil questão do valor do dano moral! Quem propõe algo diferente? A crítica é necessária. Todavia, o mais importante é o apontamento de uma solução! E, onde ela se encontra? BAROUCHE apenas se deteve na postura econômica das partes – ofensor e ofendido! Esqueceu-se de comentar a extensão do dano e o grau de culpabilidade – hoje se trata de uma questão determinante em face do art. 945 do CC. O elemento econômico é um dos fatores para o equacionamento do dano. Por outro lado, esqueceu-se de que o primado da justiça consiste em tratar os desiguais com desigualdade e os iguais com igualdade. Cada um segundo suas necessidades e potencialidades. Trata-se de uma

regra relevante no direito - *Sum cuique tribuere* de Paulus. Finalmente, o STJ tem considerado que o fator econômico, para efeito de fixação do quantum indenizatório nas questões de danos morais, é fundamental e, nem por isso declarou a inconstitucional do critério ou que este parâmetro adotado atenta contra a dignidade da pessoa humana. **Nessa direção o STJ reiteradamente vem decidindo que: “Assim, se o arbitramento do valor da compensação por danos morais foi realizado com moderação, proporcionalmente ao grau de culpa, ao nível sócio-econômico do recorrido e, ainda, ao porte econômico do recorrente, orientando-se o juiz pelos critérios sugeridos pela doutrina e pela jurisprudência, com razoabilidade, fazendo uso de sua experiência e do bom senso, atento à realidade da vida e às peculiaridades de cada caso, o STJ tem por coerente a prestação jurisdicional fornecida (RESP 259.816/RJ, Rel. Min. Sálvio de Figueiredo Teixeira, DJ de 27/11/2000)”**. Finalmente, a fórmula – em face dos vários critérios nela inseridos – **permite a manipulação desses critérios através da avaliação do magistrado – *arbitrium boni viri***. Por outro lado, quais os fundamentos – que não foram apontados – com que a fórmula se apresenta como, “... não adequada perante a Lei Maior e seus princípios”????

Caldeira *et al* (2007, p. 159- 160):

“Em nosso entendimento a fórmula proposta por Clayton Reis não é apropriado pois acreditamos não ter importância para o arbitramento do dano moral a situação econômica da vítima. Também discordamos da inclusão na fórmula do item: quociente de entendimento do lesionador, uma vez que nos parece mais importante do que isto a inclusão na fórmula da mensuração do dolo ou dos graus de culpa. Demais disto, a fórmula não permite grandes variações, pois não aparenta nenhum cálculo exponencial.”

Apresente sua posição em relação a cada uma das críticas acima.

**RESPOSTA:** A questão econômica já foi respondida na pergunta anterior e o STJ confirma esse critério. Quanto ao quociente de entendimento, salvo melhor juízo, entendemos um valor importante. Afinal, os tratadistas italianos dizem que a culpa é um *diffeto de la intelligenza* - um defeito de interpretação da norma jurídica que, no nosso modesto modo de “ver as coisas” é um defeito de entendimento. Afinal de contas, em nossa existência o importante certamente não é: SALVE-SE QUEM PODER, mas sim, SALVE-SE QUEM SOUBER! Quanto a questão da mensuração do dolo ou dos graus de culpa entendo que se trata de um elemento determinante em face da nova visão do Código Civil de 2002 – é importante considerar que a proposta da fórmula foi

realizada antes do advento do referido Código Civil, que incluiu a culpa como fato determinante na fixação do dano. Entendo necessária a inclusão do grau de culpa. Finalmente, a fórmula possui QUATRO VARIAÇÕES e agora poderia ser incluída a QUINTA, que seria o grau de culpa. TODAS ELAS SÃO CONSIDERADAS COMO DETERMINANTES PELO STJ, no arbitramento do DANO MORAL!

**6) Por que o Poder Judiciário é tão reticente ao auxílio da Matemática?**

RESPOSTA: Porque os magistrados não são matemáticos! E, não têm formação na área de ciências exatas! Não obstante, a sentença do magistrado seja uma construção lógica-formal! Mas, nem por isso precisam conhecer matemática e pensar como engenheiro!

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIOS

### Questionário 1 – A priori

1. Em que faixa etária você se encontra?
  - a) 19 a 25 anos
  - b) 25 a 30 anos
  - c) 30 a 35 anos
  - d) mais de 35 anos
2. Você cursou o Ensino Fundamental em instituição de ensino:
  - a) pública
  - b) particular
3. Você cursou o Ensino Médio em instituição de ensino:
  - a) pública
  - b) particular
4. Você cursou Ensino Técnico?
  - a) Sim
  - b) Não

Se sim, especifique o curso:.....
5. Você já cursou outra graduação?
  - a) Sim
  - b) Não

Se sim, especifique o curso:.....
6. Você atua e/ou atuou profissionalmente na área de gestão ambiental?
  - a) Sim
  - b) Não
7. Especifique em que ramo você exerce atividades profissionais atualmente:.....
8. Você consegue enxergar as conexões entre a Matemática e o Direito?
  - a) Sim
  - b) Não
9. Você já ouviu falar das aplicações da Modelagem Matemática na Engenharia Ambiental?
  - a) Sim
  - b) Não
10. Cite os motivos pelos quais você escolheu o curso de Engenharia Ambiental.



<b>Questionário 2 – Intermediário</b>
---------------------------------------

1. Você apresenta dificuldades na resolução de problemas?
  - a) Sim
  - b) Não
  - 1.1. Se sim, aponte os motivos: (Assinalar mais de uma alternativa se julgar necessário)
    - a) Dificuldades na leitura e interpretação dos enunciados dos problemas.
    - b) Dificuldades em operações matemáticas.
    - c) Defasagem em alguns conteúdos matemáticos.
    - d) Dificuldades na elaboração dos modelos matemáticos.
    - e) Outros: Especifique:.....
  
2. Na Educação Básica (ensino fundamental e médio) o professor aplicava mais:
  - a) Exercícios
  - b) Resolução de problemas
  - c) Equilibrava a aplicação de exercícios com resolução de problemas.
  
3. Você já realizou atividades de modelagem matemática ao longo de sua trajetória escolar:
  - a) Sim    b) Não
  
4. Você considera seus conhecimentos matemáticos:
  - a) Excelentes, não apresento dificuldades e consigo acompanhar as disciplinas que envolvem cálculos, pois tive bom embasamento na educação básica (ensino fundamental e médio)
  - b) Bons, não apresento dificuldades e consigo acompanhar as disciplinas que envolvem cálculos, embora tivesse um embasamento matemático regular na educação básica (ensino fundamental e médio)
  - c) Regular, apresento dificuldades, mas consigo obter a média, e considero meu embasamento matemático também regular.
  - d) Ruim, apresento dificuldades na compreensão de certos conteúdos matemáticos e meu embasamento matemático na educação básica foi ruim.

5. Enumere as dificuldades encontradas por você nas aulas de Física (se julgar necessário, assinale mais de uma alternativa):

- a) Dificuldades na interpretação dos enunciados dos problemas.
- b) Dificuldades na compreensão do fenômeno físico estudado.
- c) Dificuldades matemáticas que interferem na resolução dos problemas.
- d) Dificuldades na identificação do modelo matemático a ser aplicado na situação-problema.
- e) Outras: Especifique:.....
- f) Não tenho dificuldades

6. Na elaboração dos modelos matemáticos você apresenta dificuldades:

- a) Na parte algébrica (montagem dos modelos matemáticos com letras).
- b) Relacionar o conteúdo do cotidiano e/ou situação envolvida com a parte algébrica (não sei relacionar as variáveis envolvidas no estudo do fenômeno)
- c) Não apresento dificuldades.
- d) Outros: Especifique:.....

7. Você conseguiu perceber as conexões entre a Matemática, o Direito e a Física por meio das atividades desenvolvidas?

- a) Sim    b) Não

8. Você acredita que um modelo matemático seja “uma fórmula” que resolve todos os problemas? Justifique.

9. Acerca do conhecimento da legislação pertinente à área ambiental, você considera:

- a) Importante para o exercício profissional como parte da qualificação técnica.
- b) Relevante, mas acredito que não terá muito peso na atuação profissional.
- c) Não é importante, pois não influencia na atuação profissional.

10. Acerca da aplicação da legislação ambiental você considera que:

- a) Há pouca efetividade, pois a maioria das empresas não respeitam a legislação ambiental, continuam poluindo e ainda recorrem das multas.
- b) Há efetividade média da legislação ambiental e maioria das empresas procura adequar-se aos padrões exigidos.
- c) Há máxima efetividade e a legislação é efetivamente cumprida.

11. Você está atento às mudanças que ocorrerão no Novo Código Florestal?
- a) Sim, ouvi falar e saberia citar as principais mudanças.
  - b) Sim, ouvir falar sobre o Novo Código Florestal, mas não saberia citar as principais mudanças.
  - c) Não, não ouvi falar do Novo Código Florestal.
12. Você apresentou dificuldades na leitura e interpretação dos julgados (acórdãos) da atividade 2?
- a) Sim, a linguagem jurídica é de difícil compreensão.
  - b) Apresentei pouquíssima dificuldade, apenas em alguns termos jurídicos.
  - c) Não apresentei dificuldades e consegui interpretar os julgados.

<b>Questionário 3 – A posteriori</b>
--------------------------------------

1. Sobre o dano ambiental você acredita que:
- a) É possível valorá-lo matematicamente (no caso das ações judiciais) por meio de um modelo matemático como forma de mitigar os danos causados.
  - b) Não é possível valorá-lo matematicamente (no caso das ações judiciais) por meio de modelos matemáticos, pois os parâmetros do dano ambiental são muito complexos.
2. Você acha que a existência de modelos matemáticos na legislação contribui para melhor definir parâmetros de quantificação facilitando o trabalho do juiz na aplicação da sanção?
- a) Sim
  - b) Não
  - c) Às vezes, pois há casos em que há necessidade do auxílio de peritos e especialistas para analisar o caso e apresentar laudos para que o juiz possa formar melhor a sua convicção.
3. Os parâmetros de quantificação de uma lei a tornam mais justa?
- a) Sim
  - b) Não
  - c) Às vezes
4. O modelo matemático presente em uma lei deve ser elaborado pelo legislador ou por especialistas em Matemática?

- a) Apenas pelo legislador
- b) Apenas pelos especialistas em Matemática
- c) Por ambos em um trabalho integrado

5. Você sabia que as leis que regem a tributação (impostos como IPTU, IPVA) seguem modelos matemáticos para quantificação?

- a) Sim
- b) Não

6. Você acha que os parâmetros matemáticos nas leis ambientais contribuem para mitigar os efeitos dos danos ambientais e estimular o desenvolvimento sustentável?

- a) Sim
- b) Não
- c) Depende do caso concreto (análise do impacto real no ecossistema)

7. Você sentiu dificuldade na elaboração do modelo matemático da situação jurídica proposta na atividade sobre poluição sonora no transporte público?

- a) Sim    b) Não

8. Para melhorar a modelagem matemática no Curso de Engenharia Ambiental seria necessário (se julgar necessário aponte mais de um item):

- a) Melhorar o nivelamento através de aulas de matemática básica.
- b) Os professores deveriam demonstrar a aplicação do cálculo diferencial e integral e dessa forma perceberíamos a importância deste conteúdo para a modelagem.
- c) Deveríamos ter conhecimentos de Estatística para poder coletar dados e analisá-los.
- d) Utilização de softwares para modelagem matemática.
- e) Contato com profissionais da área de Engenharia Ambiental que utilizam a modelagem para que demonstrassem a eficácia de sua aplicação em vários contextos da profissão.
- f) Escolha de múltiplos recursos didáticos pelo professor de cálculo e pelos professores de outras áreas que abordam conteúdos matemáticos.
- g) Os professores devem explorar situações do cotidiano para modelagem por meio de levantamento de problemas e proposição de soluções.

**9. Você acha que as atividades de modelagem matemática de diferentes assuntos com enfoque transdisciplinar deveriam ser aplicadas no Curso de Engenharia Ambiental com:**

- a) **Maior frequência, para que possamos aplicar nossos conhecimentos matemáticos e contribuir para a prática profissional trazendo inovações para o campo de atuação do Engenheiro Ambiental e para a sociedade.**
- b) **Frequência moderada, pois em geral empresas nas quais os engenheiros ambientais atuam dispõem de programas de computador que criam os modelos matemáticos.**

**10. No Curso de Engenharia Ambiental, aponte os itens que você acha que seriam necessários implantar e/ou melhorar: (se julgar necessário assinale mais de dois itens)**

- a) **Visitas técnicas**
- b) **Maior frequência de aulas de laboratório**
- c) **Palestras**
- d) **Seminários**
- e) **Cursos de atualização e/ou extensão e/ou extracurriculares**
- f) **Programa de iniciação científica**
- g) **Ações de responsabilidade socioambiental promovida pelos alunos**
- h) **Projetos interdisciplinares**
- i) **Feiras**
- j) **Eventos científicos**
- k) **Estudos de casos concretos**
- l) **Promoção de debates**
- m) **Preparação para o ENADE**
- n) **Outras: Especifique:.....**

**11. Sobre as atividades realizadas em grupo você considera que:**

- a) **Favorecem a troca de ideias, de conhecimentos, estimulam a cooperação e a argumentação.**
- b) **São positivas, mas há colegas que não interagem e não colaboram com a execução das atividades.**
- c) **Não são positivas, e prefiro atividades individuais.**

**12. Sobre o módulo 1 do Curso faça as suas considerações (comente o que achou, o que aprendeu e faça sugestões):.....**

## **APÊNDICE D – TLCE (PESQUISADOR)**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Instituição: **Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo (USP)**

Nome do (a) Pesquisador (a): Claudia de Oliveira Lozada

Nome do (a) Orientador (a): Prof Dr Ubiratan D´Ambrosio

Esta pesquisa refere-se à tese desenvolvida junto ao Programa de Pós Graduação (Doutorado) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP) e tem como objetivo central investigar a dinâmica das relações jurídicas modeladas pela Matemática no contexto da perspectiva sociocrítica com enfoque no Direito Ambiental, contribuindo para a melhoria do processo ensino-aprendizagem do Curso de Engenharia Ambiental. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à dignidade dos participantes.

O procedimento a ser utilizado nesta pesquisa e que se relaciona com os especialistas na área de Direito e/ou Educação Matemática consiste na concessão de entrevista semiestruturada (por meio de gravação) e respectiva de transcrição da entrevista e/ou entrevista estruturada por meio eletrônico (envio perguntas via email). Informamos que o uso de quaisquer gravações e entrevistas estruturadas será de uso exclusivo para a pesquisa, garantindo-se que seja identificado por meio de citação, seguindo-se as normas da ABNT, sendo que do uso descrito nada possa a ser reclamado a título de direitos conexos.

As gravações e entrevistas estruturadas ficarão sob a propriedade dos pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

Após ler e receber explicações sobre a pesquisa são assegurados a você os seguintes direitos:

1. Participar voluntariamente, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa, sendo que recebeu informações dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo.

2. Receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
3. Retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos;
4. Leitura da transcrição da entrevista (quando gravada) e solicitação para alteração de informações prestadas na entrevista (acréscimo ou supressão) antes da publicação.
5. Autorizar a transcrição para apresentação, publicação e divulgação em eventos científicos, aulas, palestras, congressos ou mesmo revistas científicas e em outros estudos com fins estritamente acadêmicos. Porém, o participante será identificado por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso (citação segundo normas da ABNT), sendo que do uso descrito nada possa a ser reclamado a título de direitos conexos.
6. Utilização da entrevista com a devida identificação por meio de citação (pelo sobrenome) a ser incorporada em texto desenvolvido na tese de Doutorado, conforme explicitado anteriormente (item 5).

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem:

Declaro estar ciente do exposto e concordo com a participação voluntária nesta pesquisa e autorizo a utilização de meu depoimento para fins científicos e de estudos (incorporação no texto da tese com a devida citação). Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20\_\_.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Vínculo Institucional: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Eu, Claudia de Oliveira Lozada (Pesquisadora), declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto ao participante.

Telefone para contato:

Email para contato:

Orientador: Prof Dr Ubiratan D'Ambrosio

## APÊNDICE E – TLCE (ALUNO)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**As informações contidas nesta folha, fornecidas pela pesquisadora têm por objetivo firmar acordó escrito com o (a) voluntário (a) para a participação na pesquisa abaixo referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que ela (e) será submetida (o).**

Instituição: Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo (USP)

Nome do (a) Pesquisador (a): Claudia de Oliveira Lozada

Nome do (a) Orientador (a): Prof Dr Ubiratan D´Ambrosio

O presente termo refere-se a um convite à participação dos discentes do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental como sujeitos da pesquisa que aborda Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela Matemática – desenvolvida por meio do Curso de Formação Acadêmica e Profissional intitulado “A interface entre a Engenharia e o Meio Ambiente” – (Módulo 1) concebido na Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo (USP) e ofertado conjuntamente com (nome da instituição de Ensino Superior Participante - Depto. de Engenharia), local onde será aplicado. A pesquisa tem como objetivo central investigar a dinâmica das relações jurídicas modeladas pela Matemática no contexto da perspectiva sociocrítica com enfoque nos Direitos Difusos, contribuindo para a melhoria do processo ensino-aprendizagem do Curso de Engenharia Ambiental.

Os registros do curso serão efetuados em diferentes momentos, num período determinado, através de atividades escritas e registro em vídeo e fotográfico da participação nas atividades propostas. A pesquisa será realizada pela pesquisadora Claudia de O. Lozada (Doutoranda). Como benefícios da presente pesquisa, destacamos o aprofundamento dos conhecimentos de como ocorre o proceso ensino aprendizagem no que se refere à manipulação efetiva de conceitos e de que forma este aspecto interfere na formação acadêmica e profissional do futuro Engenheiro Ambiental.

Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à dignidade dos participantes. No estudo, as identidades dos alunos serão mantidas em sigilo. Ao término da pesquisa será realizada uma devolutiva para os sujeitos envolvidos. As gravações e entrevistas estruturadas ficarão sob a propriedade dos pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.



Após ler e receber explicações sobre a pesquisa são assegurados a você os seguintes direitos:

1. Participar voluntariamente, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa, sendo que recebeu informações dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo.
2. Receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
3. Retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos;
4. Autorização para exibição e transcrição de diálogos (uso da voz) decorrentes de gravação durante o Curso de Formação Acadêmica e Profissional, para fins estritamente acadêmicos a título gratuito sendo que do uso descrito nada possa ser reclamado a título de direitos conexos.
5. Autorizar a utilização dos resultados da pesquisa para apresentação, publicação e divulgação em eventos científicos, aulas, palestras, congressos ou mesmo revistas científicas e em outros estudos com fins estritamente acadêmicos, sendo que do uso descrito nada possa a ser reclamado a título de direitos conexos.
6. Autorizar o uso de sua imagem (caso seja necessário em alguma fase da pesquisa), para fins estritamente acadêmicos, , sendo que do uso descrito nada possa a ser reclamado a título de direitos conexos.

As gravações e protocolos de pesquisa ficarão sob a propriedade dos pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem:

Declaro estar ciente do exposto e concordo voluntariamente em participar desta pesquisa. Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Eu, Claudia de Oliveira Lozada (Pesquisadora), declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto ao participante.

Telefone para contato:

Email para contato:

Orientador: Prof Dr Ubiratan D'Ambrosio

# APÊNDICE F – CARTILHA

### GESTÃO SUSTENTÁVEL EM CASA

- 1) Na hora de cozinhar os pratos, feche a torneira e só abra quando for enxugar a boca.
- 2) Ao lavar a louça, deixe a torneira fechada enquanto ensaboa e aproveite para enxugar a louça de uma vez só.
- 3) Banhos demorados gastam até 120 litros de água. Em um banho de 5 minutos você economiza energia e até 90 litros de água.
- 4) Sempre que possível use a iluminação natural. Abra as cortinas e persianas e aproveite a luz natural do dia. Prefira lâmpadas fluorescentes.
- 5) Programe o monitor do computador para o modo stand by. Não deixe os acessórios (como a impressora e o estabilizador) dos computadores ligados sem necessidade.
- 6) Apague as luzes e desligue todos os equipamentos quando não estiver usando ou quando sair de casa.
- 7) Não jogue as baterias de celular e pilhas usadas no lixo comum. As empresas fabricantes já estão se responsabilizando pelo recolhimento e há diversos locais de coleta.
- 8) Imprima dos dois lados da folha (se o modo "reverso" ou "econômico" quando não for necessária grande qualidade na impressão).
- 9) Disponibilize arquivos virtualmente, sempre que possível. Evite CDs e DVDs. Um CD leva cerca de 450 anos para se decompor e, ao ser fabricado, mata cerca de 100 animais. Utilize mídias regraváveis como CD-RW, pendrive USB ou mesmo email ou FTP para sempre ou para compartilhar seus arquivos.
- 10) O óleo de cozinha é um dos alimentos mais nocivos ao meio ambiente. Jogado no ralo da pia, ele termina contaminando rios e mares. Entregue o óleo em garrafas PET limpas vazias em várias organizações especializadas que fazem a reciclagem.
- 11) Nas compras, leve sacola reutilizável.

### CARTILHA BOAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE



CURSO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PROFISSIONAL  
A INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE - MÓDULO 1

### MENSAGEM

As práticas desta cartilha visam orientar os colaboradores para a adoção de comportamentos alinhados com os princípios da sustentabilidade. Procure disseminar a legislação e outras informações úteis para melhoria do ambiente de trabalho e preservação do meio ambiente. Informe os colaboradores sobre os impactos ambientais decorrentes do desempenho de suas atividades. Procure disponibilizar periodicamente aos colaboradores informações sistematizadas sobre desempenho socioambiental como, por exemplo, relatórios sobre consumo de água, energia, papel, geração de resíduos, entre outros. Essas práticas contribuem para o exercício da cidadania. Lembre-se que garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado é responsabilidade de todos: empresários, colaboradores, governantes, gestores públicos, pessoas físicas. Faça sua parte implantando ações sustentáveis no seu cotidiano e no seu ambiente de trabalho.

**A Natureza agradece!**



**DISSEME NO SEU LOCAL DE TRABALHO O TIPIQUE BÁSICO DA SUSTENTABILIDADE: SER AMBIENTALMENTE CONCRETO, SOCIALMENTE JUSTO E ECONOMICAMENTE VIÁVEL.**

Fonte: Adaptado do: Registro de Boas Práticas socioambientais do Conselho dos Deputados e Manual de Boas Práticas Ambientais – Senado Verde

Concepção da Cartilha: Profª Cláudia de Oliveira Louzada  
Arte de layout, personagens e ilustrações: Cate Stachi Bessoni (cate.stachi@yahoo.com.br)  
Todos os direitos reservados. © 2011 – Reprodução integral ou parcial permitida para fins acadêmicos.  
\* Material produzido pelo Projeto Verde do Município de São Carlos (Projeto Verde - 2007) para o Curso "Licenciatura em Engenharia e Meio Ambiente" - Módulo 1, documento de Projeto de Pesquisa desenvolvido no Faculdade de Engenharia - UFSC

### PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS E EM ÓRGÃOS PÚBLICOS

- 1) Assegurar e incentivar medidas sistêmicas de coleta seletiva de resíduos.
- 2) Configurar equipamentos de informática para impressão automática econômica, em frente a verso (menor consumo de toner e de energia elétrica).
- 3) Dar vida mais longa ao material de expediente, com a utilização de envelopes e pastas.
- 4) Eliminar a necessidade do uso de aparelhos de ar condicionado, por exemplo, utilizando ventilação natural.
- 5) Manter em ambientes de trabalho plantas que limpam o ar, aumentam o percentual de umidade e mantêm o fresco.
- 6) Incentivar o uso de água das chuvas ou de poços nas áreas verdes no jardim de empresa ou órgão público.
- 7) Adaptar o uso substituir a fonte oficial para utilização de combustíveis de fontes renováveis.
- 8) Manter/criar sistema interno de logística reversa: pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes.
- 9) Desligar equipamentos eletrônicos sempre que não estiverem em uso, especialmente computadores e respectivos monitores, bem como programar o desligamento de luzes nos edifícios administrativos.
- 10) Controlar sempre e adaptar luas e materiais de consumo que atendam aos requisitos e critérios socioambientais.

