

# Metodologia da Orientação a Temática para o Ensino de Introdução à Programação em Computadores

Clara Amelia de Oliveira

clara.oliveira@ufsc.br

Departamento de Informática e Estatística - INE  
Universidade Federal de Santa Catarina- Florianópolis – SC-Brasil

**Resumo:** Neste trabalho é apresentada uma proposta educacional orientada ao paradigma da complexidade aplicado ao ensino de Introdução à Programação em Computadores para as carreiras universitárias, nas áreas de Engenharia e Informática. A proposta leva em consideração a tendência atual de se adotar uma ferramenta de modelagem complexa para programação, no paradigma da Orientação a Objetos (O.-O.). Criar uma pedagogia adequada para iniciantes é o desafio pois, costuma haver um descompasso entre exemplos simples para iniciantes e a potencialidade da ferramenta que usualmente é utilizada em nível de ensino avançado. A solução pedagógica proposta, denominada Metodologia de Orientação à Temática (MOT) associa a utilização da ferramenta da O.-O. para iniciantes com a fundamentação teórica proveniente da cátedra da UNESCO intitulada Estudos do Pensamento Complexo. Esta abordagem mostra uma nova possibilidade de apresentar exemplos práticos para iniciantes, porém com foco genérico criando relevância para o aprendizado e se harmonizando com as demandas atuais no contexto da globalização.

**Palavras chave:** Orientação a Objetos, Abordagem Complexa, Orientação à Temática.

**Abstract:** This paper presents an educational proposal under Complex Approach paradigm concerning an Introductory Computer Programming discipline for Engineering and Computer Sciences university courses. This proposal considers the application of Object Oriented modeling tool (O.-O.) since beginners level. Challenge is to develop a pedagogy which presents introductory examples keeping the complex tool spirit. The pedagogic proposal titled Thematic Oriented Methodology (MOT) unifies Object Oriented modeling tool with Complex Thought approach from UNESCO cathedra, in education. This proposal points out new possibilities to deal with practical examples for beginners level under generic focus, this way, creating relevance for learning process in accordance with nowadays globalization demands.

**Keywords:** Object Orientation, Complex Approach Guidance to the Thematic.

## 1. Introdução

Os currículos dos cursos de Ciências da Computação, e de Engenharia, têm sido afetados e modificados ao longo do tempo de acordo com as demandas externas que expressam crescente aumento da complexidade face à globalização e outras questões contextuais. O foco da complexidade é igualmente intitulado abordagem do “mundo real”. Nesta perspectiva, cada vez mais, é necessário apresentar-se os problemas dentro de uma visão integrada, ou seja, que oferecem um foco com mais alto grau de generalização. Na prática isto implica na geração de modelos que não serão totalmente convertidos em sistemas de conhecimento informatizado. Os cursos de graduação em Ciências da Computação, Sistemas de Informação e Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, Brasil, contribuíram para a educação no paradigma complexo de diferentes formas. Os cursos de Informática propuseram a abordagem complexa através da ferramenta computacional da O.-O como primeiro paradigma de modelagem. Os cursos de Engenharia contribuíram com os problemas contextualizados. Esta experiência ocorrida na UFSC será detalhada neste artigo.

## 2. Paradigma da O.-O. e Teoria da Complexidade na Educação

O paradigma de modelagem da O.-O. postulado pelo professor Kristen Nygaard, professor emérito do departamento de Informática da Universidade de Oslo, se tornou popular a partir dos anos 1980, principalmente a

partir da popularização das redes de computadores. A ferramenta da O.-O. é adequada para modelagem complexa em termos de conhecimento devido a sua potencialidade de generalização ou desenvolvimento do conhecimento vertical, sem perder sua qualidade de detalhamento horizontal. Grady Booch oferece uma excelente introdução a esta ferramenta associada aos sistemas complexos. [Booch91]. A ferramenta da O.-O. era, inicialmente, ensinada nas disciplinas, nível intermediário, de Engenharia de Software. Posteriormente, ela começou a migrar para a primeira fase dos cursos exigindo uma nova abordagem referente ao tratamento da complexidade, agora para iniciantes. Além disso, o foco complexo possibilita novas formas de organização curricular, genericamente denominadas por Bertrand Meyer como Currículo Orientado a Objetos [Meyer93].

A tabela 1 resume estes dados históricos a respeito da inclusão do paradigma da O.-O. nos cursos tecnológicos. A ferramenta da O.-O., originalmente postulada por Nygaard nos anos 1960 por observação dos embarques dos diferentes tipos de veículos requeridos no porto de Oslo. Posteriormente, a O.-O. se popularizou (anos 1980) gerando linguagens de programação que utilizam sua conceituação.

Quanto aos tipos de operações abstratas oferecidas pela ferramenta da O.-O., a autora deste artigo considera que a operação de generalização é o aspecto inovador destacável desta ferramenta. A generalização permite através do princípio da herança, que se criem modelos organizados verticalmente.

A operação de decomposição, por sua vez, se refere ao detalhamento horizontal das partes. Observe-se que esta operação já era adequadamente tratada no paradigma de programação Estruturado, anterior ao advento da O.-O., através do uso adequado de técnicas de modularização.

A organização curricular Invertida (figura 1) encontra apoio na proposta epistemológica do Pensamento Complexo postulada pelo filósofo Frances Edgar Morin [Morin00], [UNESCO12]. Esta abordagem apresentada na França em 1998, levou a criação da cátedra da UNESCO, intitulada “Estudos do Pensamento Complexo”. A fundamentação teórica desta proposta se harmoniza com a proposta de modelagem O.-O. pois contribui para a visualização de uma nova maneira de abordar os modelos a serem implementados no computador.

Tabela 1: Paradigma da O.-O. no Ensino

Época	A partir dos anos 1980
Paradigma de programação	Orientação a Objetos (O.-O.)
Operações Abstratas	Generalização (vertical) Decomposição (horizontal)
Alguns Exs. de linguagens de programação (O.-O.)	Small Talk, C++, O.-O. Pascal, Java,...
Organização Curricular	Invertida

A proposta de Morin para a Educação no foco Complexo se apóia nos conceitos do conhecimento pertinente e da incerteza.

## 2.1. Pensamento Complexo e Princípio do Conhecimento Pertinente

Este princípio se refere a associação do conhecimento com seu contexto, na forma mais ampla possível. Conhecimento pertinente é o que “situa todas as informações em um contexto e um conjunto” [Morin00,p.14]. Desta forma, o conhecimento complexo agrega relevância para seu conteúdo criando motivação para o aprendizado dentro do processo educacional. Este princípio (conhecimento pertinente) casa com a proposta da modelagem complexa (ou de alto grau de generalização) se for adotada a pedagogia da Orientação à Temática (a ser explicada no item 3, adiante) unificada com a ferramenta de modelar da O.-O.

O princípio do conhecimento pertinente também pode aparecer postulado como ‘princípio da relevância’ ou ainda, enfoque voltado ao ‘mundo real’. Na área da computação, este princípio pode ser utilizado na fase de criação do modelo (fase denominada de abstração). Na opção de modelos complexos, para desenvolver sistemas de informação, é estabelecido forte vínculo com o contexto externo, agregando com isso relevância ao sistema a ser implementado tecnicamente.

## 2.2. Pensamento Complexo e o Princípio da Incerteza

O princípio da incerteza, conhecido na área da Física muito antes do que na área da Complexidade na Educação, pode ser associado com a abordagem Orientada a Objetos, pois esta se propõe a desenvolver

sistemas potencialmente flexíveis a mudanças facilitando a sua manutenção, e portanto, sua longevidade. A modelagem O.-O. facilita a hierarquização vertical do conhecimento propondo, por exemplo, o conceito de “classes abstratas” que favorecem o gerenciamento de sistemas complexos.

Este princípio sugere o desenvolvimento de estratégias que facilitem lidar com o imprevisto “permitindo a modificação dos sistemas em virtude das informações adquiridas ao longo do tempo”, [Morin00, p.16]. O reconhecimento da incerteza influencia profundamente a visão de desenvolvimento de sistemas de conhecimento pois sugere o tratamento das questões do modelo incorporando a dimensão do tempo. Isto vem a transformar a visão de evento isolado em processo (sequência de eventos interligados dentro de um único tema genérico).

A proposta de pensar complexo na educação, em particular na educação em Engenharia e Informática, utilizando como apoio a ferramenta de modelagem Orientada a Objetos, foi apresentada pelo Prof. Kristen Nygaard a través do projeto “COOL - Comprehensive Object Oriented Learning”. Este resultou na publicação do livro póstumo, homônimo, pela equipe de trabalho de [Fjuk06]. A proposta educacional da metodologia orientada a Temática (MOT) a ser descrita adiante. [Oliveira05], fornece uma conceituação teórica para o projeto COOL [Oliveira11].

## 3. A Fundamentação Teórica da Metodologia Orientada à Temática (MOT)

A Metodologia Orientada a Temática (MOT) utiliza o conceito de complexidade na educação. Ao utilizar este na MOT, foi constatada a possibilidade de interpretação ambígua para o termo “complexidade”. Na prática, o termo complexidade pode assumir duas conotações, opostas em seu caráter. Complexidade associada ao foco genérico (interdisciplinar) ou foco específico (disciplinar). Exemplo de complexidade com foco genérico: Complexidade na Educação. Exemplos de complexidade com foco específico: Complexidade Matemática, Complexidade de Algoritmos. Por isso é preferível que se especifique a aplicação junto ao termo complexidade para facilitar a compreensão específica do conceito.

A definição de complexidade em sistemas abertos e interdisciplinares é o que Morin define de forma resumida, como “o que é tecido junto” com seu mais amplo contexto, portanto, inseparável do contexto, [Morin00, p.38].

Na área educacional referente às carreiras de Engenharia e Ciências da Computação, a abordagem complexa é proposta através da MOT. Ela se refere à escolha de temáticas de estudo, de algo grau de generalização. A sua viabilização passa por subdividir o tema de estudo em uma série de projetos de dificuldade crescente. Este projetos são tratados de forma individual mas são desenvolvidos dentro de uma temática única, que passa a ser denominada metaprojeto. Desta forma, projeto e contexto onde ele está inserido, não se separam. Deve-se

levar em consideração que os projetos não vão poder implementar tudo que possível no mundo real (contexto), mas é na fase inicial da discussão que se estabelece a consciência do todo para, a partir disto, se trabalhar nas categorias, estas implementáveis, de forma criativa e inovadora. A organização curricular dita tradicional se refere a sequencia linear de disciplinas isoladas na direção do todo integrado que representa a fase profissional dentro do currículo.. Na atualidade, quando se fala em currículos não tradicionais, ainda predomina o tipo de currículo Orientado a Problemas. Para diferenciar a Orientação a Problema de Orientação à Temática, pode-se considerar problema como um tipo de tema, porém com grau de generalização mais restrito. Mas, as demandas externas que exigem, por sua natureza, uma unificação com contextos, cada vez mais, ampliados (genéricos), ou complexos, no sentido interdisciplinar vem afetando a questão preferindo-se abordar problemas cada vez mais contextualizados. É o fenômeno da globalização que está permeando tudo isto. A MOT propõe duas diretivas genéricas que serão descritas a seguir

### 3.1. Foco genérico para o conhecimento (diretiva 1)

Na abordagem da MOT, o conhecimento surge sempre na forma a mais genérica possível, e vai-se refinando, sempre do geral para o detalhado. A parte superior da figura 1 ilustra o Conhecimento Genérico (I). Este está representado pelo planeta terra englobando tudo que for possível para o assunto. O tema exemplificado se refere ao meio ambiente. Na parte inferior da figura 1, é ilustrado o Conhecimento Detalhado (II) através de um diagrama de classes representando assuntos discriminados pelo tema, tal como “Estudos Meteorológicos”, e alguns dos seus aspectos particulares.

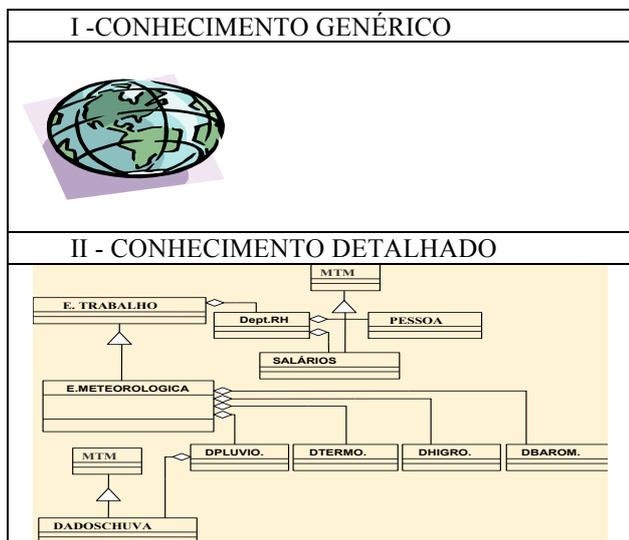


Figura 1. Abordagem do Conhecimento no Tema “Estudos Ambientais no Planeta Terra”

### 3.2. Abordagem do conhecimento com dificuldade crescente (diretiva 2)

Para se tratar de forma pedagógica o modelo de conhecimento no nível inicial, é necessário, para começar, abstrair os aspectos que trariam dificuldade de solução.

Estas dificuldades vão sendo agregadas, uma a uma, através de uma sequência de projetos que vão do simples (projeto zero) até o sofisticado (projeto N).

As figuras 2 e 3 ilustram duas etapas de um único projeto, no caso, “Estudos Meteorológicos” do Planeta. A primeira versão desenvolvida, chamada projeto Zero evolui até chegar ao projeto N.

Esta proposta teve a contribuição de Malvino no livro Microcomputadores e Microprocessadores, na área de ensino de microprogramação, [Malvino85]. Neste livro é proposta a construção de processadores do simples para o detalhado, denominando-os de SAP1, SAP2, etc, onde SAP é o mnemônico de ‘Simple As Possible’.

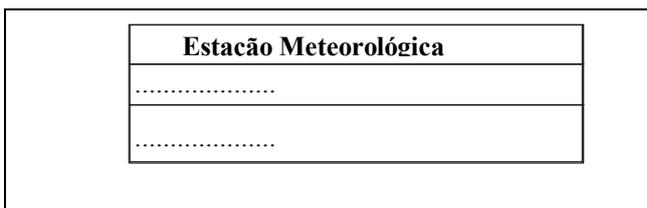


Figura 2. Diagrama de Classe do Projeto Zero referente a estudos meteorológicos dentro do Tema “Estudos Ambientais no Planeta Terra”

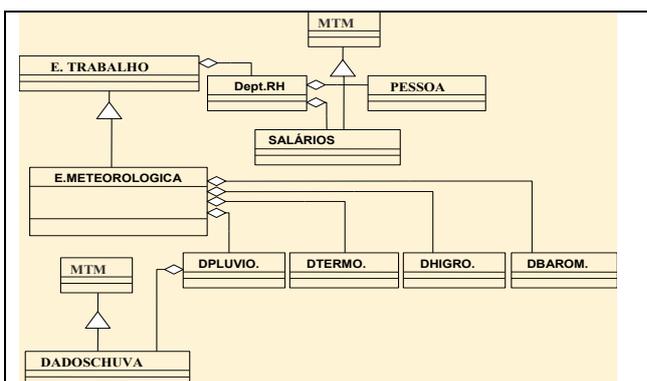


Figura 3. Diagrama de Classes do Projeto N referente a estudos meteorológicos no Tema “Estudos Ambientais no Planeta Terra”

## 4. Experimentos e Resultados da Implementação da Metodologia MOT na UFSC

Esta metodologia foi utilizada, a partir de 1997 até 2001, quando a autora se aposentou para dedicar-se a tarefa de treinamento de professores iniciantes. A experiência com a Orientação à Temática envolveu a disciplina de Introdução à Programação em Computadores, com cargas horárias que variavam de 54 horas a 108 horas por semestre. Também foi implementada, por questões curriculares, no paradigma Estruturado (no caso do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) e no paradigma da Orientação a Objetos (no caso do curso de Ciências da Computação e Sistemas de Informação). O que houve em comum em todas as implementações foi a utilização de um único tema a ser desenvolvido durante todo o semestre letivo.

A experiência com a temática ambiental se deu primeiro no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental cuja carga

horária era menor e o paradigma de programação Estruturado. A utilização do paradigma Estruturado se revelou suficientemente boa para tratar pedagogicamente a temática proposta, desde que explorada adequadamente a técnica da modularização. Esta experiência deveras importante, pois a autora nunca havia trabalhado com temáticas tão amplas como as pertinentes aos cursos de Engenharia Sanitária e Ambiental. Levar uma temática deste porte de generalidade para o curso de Computação, que até ali explorava assuntos recorrentes e mais restritos tais como administração de um vídeo locadora, transportadora de veículos, jogos, estoques de empresa, etc, se revelou importante. Na verdade, esta foi uma modificação definitiva no sentido de unir a visão educacional complexa com a abordagem temática utilizando uma ferramenta da O.-O., adequada para este tipo de problema (complexo).

A implementação da temática se deu segundo as duas diretivas citadas e seguindo-se diferentes etapas:

#### 4.1. Pesquisa de Contexto dentro da Temática Única Escolhida

A pesquisa inicial definiu o contexto brasileiro em relação aos estudos meteorológicos assim como a infraestrutura computacional do país etc. Houve o levantamento de questões abertas, possíveis de serem incluídas em diferentes projetos futuros sobre o tema, ou ainda de caráter apenas motivacional criando relevância para o processo de aprendizado.

#### 4.2. Definição do Modelo para o Projeto Zero

A programação vai iniciar e para isto é necessário abstrair-se dificuldades referentes ao tema em si para que a atenção do aprendiz, este também considerado iniciante, se volte aos detalhes referentes ao ambiente computacional onde será desenvolvido o primeiro programa. Na prática, o primeiro programa de computador apresenta muitos detalhes referentes ao ambiente computacional que não devem concorrer, neste momento, com os aspectos do problema a ser resolvido no projeto Zero. Na presente experiência optou-se por explorar um aspecto pertencente a uma estação meteorológica abstraindo-se muitos outros aspectos possíveis de serem explorados na classe das estações meteorológicas. Também se abstraiu a realidade que inclui não apenas uma mas um conjunto de estações meteorológicas que coletam dados nas diversas regiões do país.

#### 4.3. Desenvolvimento de Projetos com Dificuldade Crescente (Projeto Zero até Projeto N)

Durante o semestre são desenvolvidos vários projetos, porém dentro de um único tema. Cada versão inclui algum aspecto novo, referente ao conteúdo disciplinar a ser ministrado. Isto inclui um novo aspecto do problema abordado, ou um aspecto do ambiente computacional (um comando novo, uma estrutura, um conceito). A versão anterior do projeto necessariamente está contida na versão atual causando a visão de desenvolvimento de sistema aliado a visão de processo.

#### 4.4. A Dimensão do Tempo no Desenvolvimento dos Projetos

Durante o semestre são desenvolvidos vários projetos, mas, é importante lembrar que o foco principal é pedagógico por isso procurou-se desenvolver uma atitude de resgate das memórias tanto de conteúdos envolvidos quanto dos problemas abordados, com fins de aprofundamento do conhecimento adquirido durante o processo, assim como a inter-relação entre cada versão do projeto geral, que pode ser denominado meta-projeto. Estas memórias, tal como aparecem exemplificadas na tabela II, se referem a vários aspectos do aprendizado de programação. Podem ser tanto aspectos temáticos, como aspectos computacionais ou conceitos teóricos referentes a recursos da ferramenta computacional.

TABELA II MEMORIZAÇÃO DOS ASPECTOS PEDAGÓGICOS NO APRENDIZADO DE PROGRAMAÇÃO PARA INICIANTES

Trabalho de Memorização	Exemplos
Aspectos Temáticos	Projeto Zero: Atualizar dado pluviométrico; Projeto 1: Calcular média de dados pluviométricos Projeto 2: Verificar maior valor higrométrico aferido .....
Aspectos Computacionais da Modelagem Orientada a Objetos	Criação/liberação de objetos: constructor; destructor; Definição de tipos: type .....
Conceitos Teóricos da Modelagem Orientada a Objetos	Classes e Objetos, Classes Abstratas, Operações Abstratas (abstração, agregação/decomposição, generalização/especialização); Herança, Encapsulamento, Antropomorfismo

A seguir serão destacados os principais aspectos da temática exemplificada acima, de acordo com as etapas citadas.

Por exemplo, o projeto N, exemplificado no diagrama de classes ilustrado na Figura 3, destaca a presença de inter-relação entre classes, tanto do tipo hierárquico vertical, tal como estação de trabalho (E.TRABALHO) e estação meteorológica (E.METEOROLÓGICA), assim como hierarquia horizontal discriminando vários departamentos técnicos pertencentes a uma estação meteorológica (E.METEOROLÓGICA) tais como departamento de pluviometria (DPLUVIO.), departamento de termometria (DTERMO.), departamento de higrometria (DHIGRO.) e departamento de barometria (DBAROM.). Além disso, também fica evidenciado, no mesmo diagrama de classes referente ao Projeto N, a reutilização de classes através de uma categoria neutra passível de ser utilizada como padrão. A classe matemática (MTM), referente a métodos em vetores aparece duas vezes. A reutilização ou Reuso de classes é uma característica típica de sistemas mais avançados e refinados, chamados usualmente de complexos. No caso, é preferível chamar de mais detalhados, pois a abordagem complexa na educação se

refere a abrangência dos assuntos e não à questão da dificuldade matemática ou computacional a ser resolvida pelo sistema de informação.

Para ilustrar o surgimento da categoria neutra referente aos métodos matemáticos, em uma versão de conhecimento mais detalhado, conforme ilustra a figura 1, pode ser mostrada, especificamente, na figura 4, parte do código de desenvolvimento de um dos possíveis métodos matemático a serem incluídos neste ambiente. O método de cálculo da média aritmética de N valores, relativo a um arranjo de dados. O estudo meteorológico pode solicitar o cálculo da média aritmética de algum valor referente ao a temática dos “Estudos Ambientais no Planeta Terra”. Por exemplo, a classe dos salários (SALÁRIOS) dos funcionários do departamento de Recursos Humanos (DEPT.RH) pertencente à Estação de Trabalho (E.TRABALHO) deseja calcular a média aritmética dos salários pagos. Outro possível exemplo é o da utilização da classe MTM para calcular a média aritmética dos dados pluviométricos (DADOSCHUVA) aferidos pelo departamento de pluviometria (DPLUVIO).

```

Classe Matemática (MTM): lista parcial de comandos de
um método matemático a ser utilizado pelo projeto N

Class:
ARRAY = classe dadosX
(class of real data type methods)
.....
method X1 : (Av)
doSum ( sum);
Av := sum/ n

```

Figura 4. Parte do código de um método matemático pertencente à Classe MTM a ser utilizada no projeto N

## 5. Conclusões e trabalhos futuros

*Quanto à união da ferramenta de modelar Orientada a Objetos e a visão da Complexidade na Educação:* o paradigma da Orientação a Objetos pode ser associado à abordagem dos conhecimentos que contemple a integração entre os aspectos particulares incluindo aí os aspectos técnicos da solução de problemas com os aspectos genéricos do mundo real fora do âmbito acadêmico.

*Quanto a aplicabilidade geral da Metodologia Orientada a Temática, incluindo os cursos de Graduação, nível iniciante sob qualquer orientação curricular:* a Metodologia Orientada a Temática se refere primordialmente à abordagem do conhecimento sendo independente neste caso, da orientação curricular do curso.

*Quanto à potencialidade de aplicação de temáticas de alto grau de generalização:* a temática genérica, por exemplo, a temática ambiental que foi utilizada na implementação da metodologia Orientada à Temática, por seu nível de generalização, associada à ferramenta da Orientação a Objetos revelou-se ideal, inclusive facilitando o ensino/aprendizado de todos os conceitos teóricos da ferramenta computacional pois que se compatibilizou em generalidade uma e outra.

*Quanto à potencialidade de inovação no desenvolvimento curricular a partir da Metodologia Orientada a Temática apoiada na ferramenta de modelagem da O.-O. e na conceituação da Complexidade postulada por Morin:* a possibilidade de inovação em termos de desenvolvimento curricular nos cursos tecnológicos em geral se dá na medida em que muda o enfoque dado aos problemas proporcionando aos alunos iniciantes uma visão genérica que irá se combinar harmonicamente com as tarefas especializadas presentes no currículo técnico. A visão integrativa beneficia os currículos técnicos aproximando o futuro profissional de uma inserção criativa no mundo real que espera respostas para contextos associados ao mundo real e globalizado.

## Referências bibliográficas

[Booch91] Booch, G. Object Oriented Design with Applications. Benjamin-Cummings, 1991, 580ps.

[Fjuk06] Fjuk, A., Karahasanovic, A., Kaasboll, J. Comprehensive Object Oriented Learning. Informing Science Press, 2006, 229 ps.

[Malvino85] Malvino, P. Microcomputadores e Microprocessadores. McGrawHill, 1985, 578 ps.

[Meyer93] Meyer, B. <http://eiffel.com>.

[Morin00] Morin, E. Os Sete Saberes Necessários para a Educação do Futuro. Cortez, 200, 118 ps.

[Oliveira05] Oliveira, C. et alli. Thematic Approach Formulation- a Theoretical Contribution to International Engineering and Informatics Curriculum, chap.39. iNEER /Begell House 2005, 522 ps.

[Oliveira11] Oliveira, C. Notes about COOL- Analysis at Highlights of Complex View in Education. ICEE-Ireland, 2011.

[UNESCO12] UNESCO cathedra2000, <http://www.complejidad.org/>