

Utilização das Idéias de Piaget como Suporte para o Ensino de Sistemas Operacionais

José Augusto Fabri

Alexandre L'Erário

Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica Universidade de São Paulo.
Av. Professor de Almeida Prado, Trav. 2, nº 128 CEP 05508-900 Cidade Universitária São Paulo – Brasil Tel. 55 11 3091-5363

Fundação Educacional do Município de Assis – Centro de Pesquisas em Informática
Av. Getúlio Vargas S/N – Assis SP – Brasil
CEP 19800-000 Tel. 55 18 3302 1055

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos
Avenida Vitalino Marcusso S/N – Ourinhos SP – Brasil
CEP 19900-000 Tel. 55 14 3326 3031

fabri@femanet.com.br alexe@femanet.com.br

Abstract. To develop good projects in the area of operating systems demands qualification of the developers, it is obligation of the university to form good professionals to assist these demands. With base in this statement this work presents Jean Piaget's ideas as support for the development of operating systems project. The main objective of this article is to show that the Piaget's ideas can contribute with the work methodology of teachers that act in the discipline of operating systems.

Resumo. Desenvolver bons projetos na área de sistemas operacionais exige qualificação dos projetistas e desenvolvedores, sendo assim, é papel dos cursos superiores de computação formar bons profissionais para atender estas exigências. Com base nesta afirmação este trabalho apresenta as idéias de Jean Piaget como suporte para o desenvolvimento de projeto de sistemas operacionais. O objetivo principal deste artigo é mostrar que as idéias de Piaget podem contribuir com a metodologia de trabalho dos professores que atuam na disciplina de Sistemas Operacionais.

Key Word: Operating Systems Teach, Jean Piaget

Palavras Chaves: Ensino de Sistemas Operacionais, Jean Piaget

1. Introdução

Transmitir bons conhecimentos de sistemas operacionais aos alunos é um dos objetivos dos cursos superiores de computação e informática. Para atingir esse objetivo os professores dos cursos de ciência da computação, sistemas de informação e tecnologia em informática devem ter um trabalho diferenciado com seus alunos. Com base nessa colocação o professor de Sistemas Operacionais (SO) da Faculdade de Tecnologia de Ourinhos (FATEC-OU) apresenta neste trabalho as idéias de Jean Piaget como suporte para o desenvolvimento de projetos experimentais sistemas operacionais. O trabalho tem como objetivo aliar a idéias desenvolvidas por Piaget à prática de ensino de sistemas operacionais. Para atingir este objetivo foi elaborado um método de desenvolvimento de projetos (de caráter universitário) de sistemas operacionais.

Esse método vem sendo aplicado na Faculdade de Tecnologia de Ourinhos desde o primeiro semestre de 2002. Esta instituição possui hoje dois cursos superiores na área de informática, Tecnologia em Processamento de Dados e Análise de Sistemas e Tecnologia da Informação. No Curso de Tecnologia em Processamento de Dados são abertas 80 vagas e no curso Análise de Sistemas e Tecnologia da Informação são abertas 120 vagas. O curso de Tecnologia em Processamento possui duas disciplinas relacionadas à área de sistemas operacionais (SO I com 70 horas e SO II com 70 horas), é importante salientar que o método é aplicado na disciplina de SO II. Já o curso de Análise de Sistemas e Tecnologia da Informação possui apenas uma disciplina da área de sistemas operacionais de 140 horas.

A motivação para elaborar o método proposto neste trabalho está alicerçada nas contribuições efetuadas por Maziero (2002), entre tais contribuições destaca-se o texto abaixo:

“(…) exige-se do aluno uma grande capacidade de construir abstrações mentais dos mecanismos envolvidos para poder compreender os aspectos mais densos da disciplina de SO. Com isso, observa-se que muitos alunos concluem a disciplina conhecendo os principais conceitos e algoritmos, mas têm muita dificuldade em integrar todos aqueles conceitos de forma coerente. Por isso, o ensino de sistemas operacionais deve ter um componente prático significativo e muito bem elaborado, que complemente as aulas teóricas e, sobretudo, permita ao aluno ter uma compreensão integrada das diversas partes de um sistema operacional (…)”.

A elaboração de um componente teórico/prático que complemente a carga de conhecimento inerente ao aluno e a capacidade de construir abstração mentais nos aspectos mais densos da disciplina motivaram o desenvolvimento deste trabalho.

Para descrever o método para o desenvolvimento de projetos de sistemas operacionais este documento está estruturado da seguinte forma: A seção 2 apresenta de forma superficial as idéias de Jean Piaget. As Idéias de Piaget para Desenvolvimento de Projetos de Sistemas Operacionais são apresentadas como estudo de caso na seção 3. Os resultados quantitativos deste método são mostrados na seção 4. A seção 5 apresenta as conclusões desse trabalho.

2. As idéias de Jean Piaget

A teoria do conhecimento desenvolvida por Jean Piaget não tem pretensões pedagógicas. Porém, esta teoria ofereceu aos professores importantes princípios para orientar sua prática (Piaget (2003)).

Segundo Dolle (2000), Piaget mostra que o ser humano estabelece desde o nascimento uma relação de interação com o meio. É nesta relação com o mundo físico e social que existe a possibilidade de desenvolvimento cognitivo.

Para Piaget (1994) e Piaget (1999) a forma de raciocinar de um ser humano passa por estágios:

- Por volta dos 2 anos o ser humano evolui do estágio sensorio motor (a ação envolve órgãos sensoriais; por exemplo, sugar o leite de uma mamadeira) para o pré-operatório (capacidade de fazer uma coisa e imaginar outras; por exemplo, brincar com algum objeto e representar situações vividas anteriormente).
- Aos 7 anos o ser humano passa para o estágio operacional-concreto (relação entre os objetos e reflexão sobre o inverso dos fenômenos) é nesta fase o ser humano percebe que $3 - 1 = 2$ por que sabe que $2 + 1 = 3$

- Por fim o ser humano chega ao estágio operacional-formal (por volta dos 13 anos). Nesta fase o ser humano pode pensar em coisas completamente abstratas, sem necessitar da relação direta com o concreto (o ser humano é capaz de compreender conceitos como o amor e fé).

Utilizando os estágios propostos por Piaget é possível concluir que existem duas formas de conhecimento:

- o conhecimento físico, que consiste no sujeito explorando os objetos;
- e o conhecimento lógico-matemático, que consiste no sujeito estabelecendo novas relações com os objetos.

Maziero (2002), relata que Piaget desdobra a inteligência como algo dinâmico, decorrente da elaboração de mapas cognitivos que, à medida que vão sendo construídos, vão se alojando no cérebro. A inteligência do aluno não aumenta por acréscimo e sim por reorganização. Baseado nesta visão, pode-se afirmar que o aluno aprende por si, construindo e reorganizando suas próprias hipóteses sobre a realidade que o cerca.

A partir da idéia de Piaget, Bruner (1966) e outros autores em educação elaboraram a *teoria construtivista*, na qual o aprendizado é considerado um processo ativo: o aluno seleciona e transforma o conhecimento recebido, constrói hipóteses e toma decisões, contando, para isto, com um mapa cognitivo. O mapa cognitivo (esquemas, modelos mentais) fornece o significado e o significante para as experiências e permite ao indivíduo “caminhar com suas próprias pernas”.

Por fim, Bruner (1966) enumera os princípios para a organização do processo de aprendizagem:

- Princípio 1: A instrução (instrução no sentido de orientar o aluno) precisa estar preocupada com as experiências e os contextos que levam o aluno a estar pronto e apto para aprender.
- Princípio 2: A instrução precisa ser estruturada para que possa ser facilmente compreendida pelo aluno, para que o mesmo construa continuamente alicerçado pelo seu conhecimento.
- Princípio 3: A instrução precisa ser criada para facilitar a extrapolação ou preencher as brechas no conhecimento (ir além do conhecimento dado).

Uma máxima teoria “piagetiana” é que o conhecimento é construído por meio da experiência. Além da construção de conhecimento por meio da experiência, Piaget mostra que o conhecimento pode ser expandido por meio da cooperação entre os agentes promotores de conhecimentos (professores, alunos e experiências reais), os atos de coação e medo são, com certeza, inibidores de conhecimento.

Utilizando a idéia desenvolvida por Piaget e o construtivismo proposto por Bruner (1966) e sabendo que o ser humano é um pesquisador em potencial, o professor pode melhorar a sua prática de ensino (Vasconcelos (1996)).

A idéia construtivista de pode ser aplicada de várias formas, neste trabalho são apresentadas duas delas:

- Levantamento de hipótese sobre a realidade, a qual reorganiza e constrói conhecimento.
- Proporcionar conflito cognitivo para que novos conhecimentos sejam produzidos.

3. As Idéias de Piaget para Desenvolvimento de Projetos de Sistemas Operacionais

A idéia de utilizar o construtivismo no desenvolvimento de projetos de Sistemas Operacionais surgiu em 2002 na Faculdade de Tecnologia de Ourinhos. A constante preocupação com a formação dos alunos para o mercado de trabalho motivou o desenvolvimento deste trabalho na disciplina de Sistemas Operacionais.

Utilizar o construtivismo no desenvolvimento de projetos de sistemas operacionais em um curso superior é simples. Para ilustrar esta simplicidade, serão apresentadas as medidas (divididas em fases) tomadas pelo professor responsável pela disciplina.

Fase 1 – Configuração do Ambiente

A configuração do ambiente tem como objetivo alicerçar a aplicação das idéias construtivistas no desenvolvimento de projetos de sistemas operacionais.

Primeiramente, os alunos da disciplina de SO do curso de Tecnologia em Processamento de Dados (40 alunos do período vespertino e 40 alunos do período noturno), foram divididos em 20 grupos de 4 alunos. Após esta divisão, cada grupo recebeu um problema hipotético da área de sistemas operacionais (vide Tabela 1) para apresentarem a solução. Após o recebimento do problema, foi estipulado um prazo de solução para os grupos

(todos os grupos tinham o mesmo prazo). O tempo pode variar de acordo com a complexidade dos problemas. É importante salientar que os grupos não recebem os mesmos problemas.

Fase 2 – Acompanhamento da Pesquisa para Solução do Problema

Ao receber o problema, cada grupo é monitorado e orientado pelo professor responsável da disciplina. O monitoramento pode ocorrer de duas formas:

Tabela 1 – Exemplo de Problemas Hipotético da Área de Sistemas Operacionais

Questões para o Curso de SO da FATEC-OU

Dada um SO, o qual trabalha com o conceito de alocação particionada dinâmica, seria possível aliar a ele a técnica de overlay? Justifique suas colocações desenvolvendo um emulador.

Qual a melhor forma de gerenciamento de memória para um sistema operacional que utiliza o escalonamento preemptivo? Desenvolva um emulador com o método escolhido.

- Monitoramento e orientação remota (não presencial): Cada grupo de alunos envia (por e-mail) ao professor artigos e títulos de livros relacionados ao problema e as possíveis soluções. O professor deve orientar se o grupo está ou não no caminho correto para solução do problema. É importante salientar que o professor estipulou um número de e-mails por grupo, cada grupo deveria enviar no 1 e-mail/semana com artigos e títulos de livros relacionados ao problema e as soluções encontradas.
- Monitoramento e orientação presencial: O professor encontra-se com os grupos no mínimo uma vez por semana, na aula ou em outros horários. Nesses encontros são esclarecidas as dúvidas e os alunos são orientados em relação à direção que devem seguir para solucionar o problema. O tempo de encontro pode variar para cada grupo. O professor também pode estipular um tempo máximo para conversar com o grupo. Na FATEC-OU o professor utilizou o horário de aula para atender os grupos.

Fase 3 – Definição de uma Solução para o Problema e Emissão de Parecer

Esgotado o tempo para solucionar o problema, os grupos devem entregar as suas soluções. Neste momento inicia-se uma segunda etapa do trabalho, onde cada grupo recebe uma solução para emitir o parecer (favorável ou desfavorável). Por exemplo, o grupo A emite o parecer para solução apresentada pelo grupo F. O parecer de cada grupo deve vir acompanhado de uma justificativa. Para emitir o parecer e a justificativa cada grupo tem um tempo, o qual deve ser estipulado pelo professor. O parecer de cada grupo também deve ser acompanhado pelo professor, para este acompanhamento o professor pode utilizar os procedimentos definidos na fase 2.

As três fases apresentadas são absorvidas pela teoria de Jean Piaget apresentada na seção 2. A Figura 1 ilustra esta absorção.

Por meio da Figura 1 é possível verificar a presença das duas idéias de Piaget para o construtivismo apresentadas na seção 2: levantamento de hipótese sobre a realidade e proporcionar conflito cognitivo para que novos conhecimentos sejam construídos. As fases são absorvidas pelas idéias de Piaget sendo que a idéia de conflito cognitivo fica sob responsabilidade da fase 3.

A idéia de conflito cognitivo é aperfeiçoada em uma outra fase, a de apresentação dos trabalhos (fase 4). Nesta fase todos os grupos apresentam os seus trabalhos. Supondo que o grupo A apresente o seu trabalho, os demais grupos ficam incumbidos de questioná-lo. O grupo A ganha um ponto para cada resposta apresentada, isso provê uma concorrência sadia entre os grupos, além de provocar o conflito cognitivo quando algum grupo não concorda com a posição do grupo A. Para motivar a elaboração de questões, o professor da disciplina de SO adotou a seguinte sistemática: Os grupos ganham um ponto para cada pergunta elaborada.

No final da fase de apresentação, os grupos que desenvolveram os melhores trabalhos são convidados a apresentar as suas soluções em uma amostra de trabalhos acadêmicos, na FATEC-OU.

É importante salientar que os alunos utilizam os seus conhecimentos para solucionar os problemas caracterizando assim a idéia de construtivismo.

Com a utilização das idéias apresentadas é possível cobrir todo conteúdo da área de sistemas operacionais: Gerenciamento de Memória, Gerenciamento de Processador, Gerenciamento de Disco, Sistemas Operacionais Multiprocessados e Distribuídos, etc. Os problemas hipotéticos apresentados aos alunos são de caráter teórico (necessidade de um estudo teórico para solução) e caráter teórico-prático (necessidade de um estudo teórico para solução, a qual dever vir acompanhada algum tipo de implementação). A obra de Tanenbaum (2003) é utilizada como livro texto para cobrir o conteúdo apresentado.

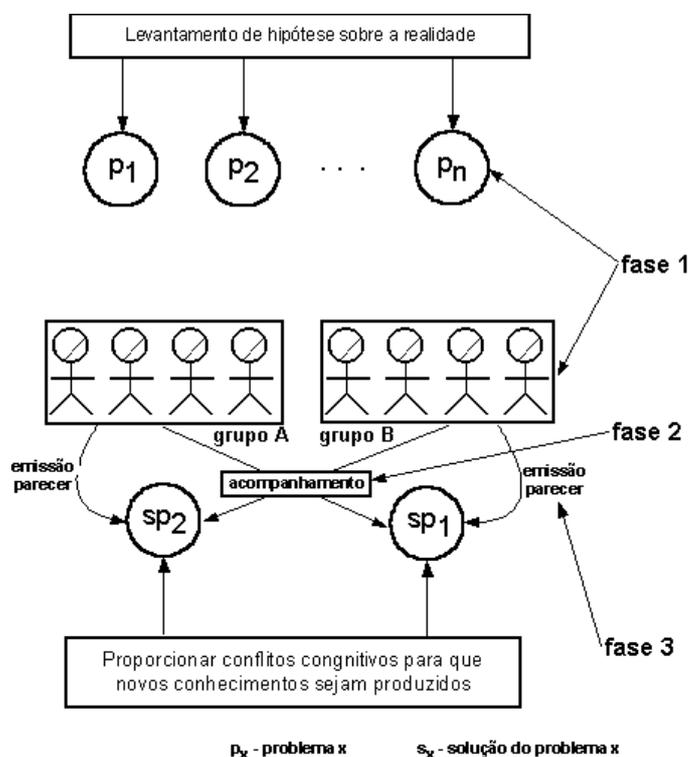


Figura 1 - Absorção das Idéias de Piaget para o Desenvolvimento de Projetos de Sistemas Operacionais.

4. Resultados Quantitativos Obtidos com a Aplicação das Idéias de Piaget.

Conforme citado no início da seção 3, a utilização das idéias construtivistas de Piaget vem sendo aplicada na FATEC-OU desde 2002. Cerca de 320 alunos passaram por esta experiência, e os resultados obtidos podem ser vistos por meio da Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados Quantitativos Obtidos com a Aplicação da Idéias de Piaget

Atividade	Semestre/Ano				
	2/2001	1/2002	2/2002	1/2003	2/2003
Índice de Aprovação	60%	64%	70%	75%	81%
Trabalhos de Teóricos	0	2	2	4	3
Trabalhos Teóricos/Práticos	0	2	3	3	4
Apresentação de trabalhos dos alunos em Congressos de Iniciação Científica (área de SO) ¹	0	2	2	3	3
Participação dos Alunos em Programa de Iniciação Científica (área de SO)	0	4	5	7	7

¹Congresso Nacional de Iniciação Científica, Workshop de Informática da FEMA e Workshop de informática da FATEC

Analisando os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que houve um crescimento no índice de aprovação no decorrer dos semestres. No final do segundo semestre de 2003, 81% dos alunos foram aprovados, 19% reprovados sendo que 10% (dos 19%) abandonaram o curso de sistemas operacionais. Conclui-se que 9% dos alunos não absorveram o conteúdo da disciplina de sistemas operacionais. O número de apresentações de trabalhos em congressos de iniciação científica também cresceu, o que provê um diferencial na formação dos alunos. O interesse dos alunos em participar de programas de iniciação científica na área de SO também pode ser salientado na pesquisa, pois até 2001 poucos alunos queriam trabalhar com sistemas operacionais, em 2003 cerca de 7 alunos (quase 10% dos alunos matriculados no semestre) estão desenvolvendo pesquisa em SO.

Para efeito de comparação, um dos autores do artigo é responsável pela disciplina de SO na Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). A FEMA possui a disciplina de SO no curso de Bacharelado em Ciência da Computação. Tal disciplina conta com uma carga em torno de 140 horas/ano. Cerca de 25 alunos estão matriculados nesta disciplina. E a mesma é oferecida no quarto ano do curso. Nesta instituição os alunos não estão imersos no método demonstrado nesse trabalho. Em virtude desse fator é possível verificar que:

- Em 2002 cerca de 27% dos alunos ficaram retidos na disciplina de SO na FEMA;
- Em 2003 cerca de 25%.

Comparando o índice de 2003 é possível verificar que a Faculdade de Tecnologia de Ourinhos, instituição onde o método é aplicado, o índice de reprovação é menor.

Na FEMA, o número de trabalhos de iniciação científica desenvolvidos na área de SO não chegou a 2% em 2003, já na FATEC-OU este índice encontra-se em torno de 10%.

Em 2003 a Faculdade de Tecnologia de Ourinhos obteve 3 trabalhos, da área de SO, publicados em congressos de iniciação científica, já a FEMA não obteve nenhum trabalho publicado relacionada a área de SO.

Esses números mostram que o método proposto neste documento pode trazer um diferencial no trabalho efetuado pelos professores da disciplina de SO.

É importante salientar que ambos professores participaram da elaboração do método, porém o mesmo necessitou ser validado, sendo assim o método foi aplicado inicialmente na Faculdade de Tecnologia de Ourinhos e posteriormente na Fundação Educacional do Município de Assis. Na FEMA o método foi colocado em prática no início de 2004.

Cabe ressaltar que não é objetivo dos autores qualificar os cursos analisados, sendo assim é possível afirmar que a formação do aluno da FEMA, em hipótese alguma, é melhor ou pior em relação a formação do aluno da FATEC-OU.

Os autores deste trabalho esperam que quando o método for aplicado na FEMA, o índice de reprovação diminua e o número de alunos publicando trabalhos em congressos de iniciação científica cresça.

O professor da disciplina dispôs de um tempo razoável para implantar este processo na Faculdade de Tecnologia de Ourinhos. No primeiro semestre de 2002 cerca de 10 horas semanais, além das aulas eram utilizadas pelo professor. Atualmente, o professor dispõe de cerca de 5 horas semanais, além das aulas (gastando cerca de 1 hora e trinta minutos respondendo e-mails). Um dos motivos desta redução foi resultado do desenvolvimento de um banco de projetos de SO.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros.

Esse trabalho apresentou idéias de Piaget como suporte para o desenvolvimento de projetos de sistemas operacionais.

A aplicação deste método mostra que existe uma maior motivação por parte dos alunos, em relação aos conceitos da disciplina, na construção de seus conhecimentos. Como prova disso percebe-se um aumento no índice de aprovação e do interesse pelos temas relacionados à área de sistemas operacionais.

O construtivismo mostra que o aluno pode ser capaz de “caminhar com suas próprias pernas”, desde que este seja bem orientado. Além de “caminhar com suas próprias pernas” o conhecimento pode tornar-se inerente ao aluno, pois a construção do conhecimento foi desenvolvida por ele mesmo.

É importante salientar que existem outros autores que tratam a questão do ensino e aprendizado, entre eles pode-se destacar Ausubel, onde este trata o aluno como um processador de informação, pois o mesmo já possui conhecimento anterior.

A opção do autor pela abordagem construtivista justifica-se por ser esta uma das abordagens mais utilizadas no ensino das ciências, notadamente no campo da engenharia [Denning (1989), Duffy, Sarevy (1995), Ben-Ari (1998)].

Um ponto fraco deste trabalho é a comparação entre os cursos de Tecnologia em Processamento de Dados e Ciência da Computação. Seria interessante aplicar a metodologia em cursos do mesmo segmento e verificar, novamente, os resultados.

Como trabalhos futuros, seria interessante aplicar o construtivismo em outras disciplinas e verificar o comportamento dos alunos em campos diferentes do conhecimento. Uma análise comparativa entre Ausubel e Piaget também se configura como meta futura deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- [1] Dolle, Jean-Marie. “Para Compreender Piaget”. Ed. Agir, 1ª edição, 2000.
- [2] Piaget, Jean. “O Juízo Moral das Crianças”. Ed. Summus, 1ª edição. 1994.

- [3] Piaget, Jean. “A Linguagem e o Pensamento da Criança”. Ed. Martins Fontes Pedagogia. 1999.
- [4] Piaget, Jean; D'amorim, Maria Alice Magalhaes. “Seis Estudos de Psicologia”. Editora Forense Universitária. 2003
- [5] Vasconcelos, Mário Sérgio. “A Difusão das Idéias de Piaget no Brasil”. Ed. Casa do Psicólogo. 1ª edição 1996.
- [6] Tanenbaum. Andrew S. “Sistemas Operacionais Modernos”. 2ª Edição. Prentice Hall. 2003.
- [7] Denning, P. (1989). “Computing as a discipline”. Communications of the ACM, 32(1):9–23.
- [8] Duffy, T. M. and Savery, J. R. (1995). “Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework”. Educational Technology, 35(5):31–38.
- [9] Ben-Ari, M. (1998). “Constructivism in computer science education”. ACM SIGCSE Bulletin, 30(2):257–261.
- [10] Bruner, J. (1966). “Toward a Theory of Instruction”. Havard University Press.
- [11] Maziero, C. (2002) “Reflexões sobre o Ensino Prático de Sistemas Operacionais”. Anais do XII Congresso Brasileiro de Computação, Workshop de Estudos em Computação. Florianópolis, julho de 2002.