

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ricardo Shitsuka¹
Ismar Frango Silveira²

¹Professor na UNIFEI/Campus Itabira. Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Cruzeiro do Sul.
E-mail: rshitsuka@uol.com.br

²Professor no Programa de Pós-Graduação “Stricto sensu” em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.
Doutor em Engenharia da Computação pela EPUSP. E-mail: ismarfrango@gmail.com

Resumo: As disciplinas de Matemática são trabalhadas nos anos iniciais dos cursos de engenharia de produção. Os estudantes destes cursos nem sempre encontram facilidade nessas disciplinas e muitas vezes ocorrem o insucesso, mostrando que existe uma dificuldade de aprendizado que é observada em vários cursos, embora as disciplinas sejam reconhecidamente importantes para a formação profissional do engenheiro. O objetivo do presente estudo é detectar o tipo de aprendizado de disciplinas de matemática, ocorrido numa turma de engenharia de produção. Realizou-se uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso de uma turma de alunos voluntários de engenharia de produção de uma instituição pública de ensino superior localizada na região sudeste e cujos cursos são predominantemente de engenharia. Os alunos entrevistados quando começaram o curso, estavam motivados para aprender matemática, porém como o ensino não foi contextualizado e com aplicações houve desestímulo. Fez-se a proposta no sentido de melhorar a aprendizagem significativa e a um melhor nível de aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem, Educação Superior, Ensino de Engenharia, Ensino de Matemática.

TITLE: Meaningful Learning of Mathematics in Production Engineering Course

Abstract: The disciplines of mathematics are worked in the early years of production engineering courses. Students of these courses are not always easy in these disciplines and often occur failure, showing that there is a learning difficulty that is observed in several courses, although the classes are known to be important for the training of the engineer. The aim of this study is to detect the type of learning mathematics, occurred in a class of production engineering. We conducted a qualitative research case study type of an engineering class production of a public institution of higher education located in the southeastern and whose courses are predominantly engineering. Students interviewed said that, when they started the course, they were motivated to learn math, but as teaching process were not with contextualized applications it happened a discouraging in learning. There was a proposal to enhance meaningful learning and a better level of learning.

Key-words: Learning, College Teaching, Engineering Teaching, Math's Learning.

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem de matemática tem sido um desafio para os professores dessa área de conhecimentos, em todos os níveis de educação.

A matemática na Engenharia de Produção é importante para se medir os fenômenos desta área, para se tentar encontrar relações entre as variáveis e se tentar prever comportamentos das mesmas, obtendo-se desta forma certo grau de previsibilidade dos fenômenos relacionados à produção.

Apesar da importância das disciplinas de matemática nos cursos de engenharia, há uma taxa muito grande de insucesso nessas disciplinas e esta se constituiria num motivo para investigação (SOARES; SAUER, 2004).

Será que o gosto pela matemática pode influenciar um aluno a seguir a carreira de engenharia?

No caso dos alunos de Engenharia da Produção, será que os alunos também apresentam dificuldades em aprender as disciplinas de Matemática do Ensino Superior? Se existirem dificuldades, quais seriam as mesmas? Como se poderia melhorar o ensino de disciplinas de matemática para os alunos de engenharia de produção?

O objetivo do presente estudo é diagnosticar se alunos que ingressaram num curso de engenharia da produção gostavam de matemática anteriormente a esse ingresso, e após ingressarem, como eles aprenderam as disciplinas de matemática do ensino superior e como consideram que poderiam melhorar esta aprendizagem.

O estudo foi realizado numa universidade pública localizada na região sudeste do Brasil, na qual o foco principal são os cursos de engenharia. Trabalhou-se uma pesquisa qualitativa no sentido de se analisar a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos.

2. DIFICULDADES EM APRENDIZADO DE MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA E A NECESSIDADE DE UM NOVO PROFESSOR

Muitas dificuldades de aprendizado das disciplinas de matemática dos cursos de engenharia têm origem nas lacunas de conhecimento que têm origem nos cursos que antecedem o ingresso na universidade. Alguns indicadores tanto internacionais, quanto nacionais apontam para esta dificuldade de aprendizado de matemática em nosso País.

No exame do Programa Internacional para Avaliação de Estudantes (PISA), o Brasil obteve a 52ª colocação em 2009, obtendo 308 pontos em matemática num total de 64 países participantes. A maior pontuação ficou com Shangai na China, que obteve 600 pontos em Matemática.

No Brasil, recentemente houve uma avaliação de matemática dos alunos da educação básica no Estado de São Paulo, que é o principal, mais rico e responsável por grande parte da economia brasileira e trouxe os seguintes resultados:

O Idesp (Índice de Desenvolvimento da Educação de São Paulo), uma espécie de “nota” da educação do Estado, caiu entre 2009 e 2010 nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. Neste último nível, a nota do ano passado foi 1,81, contra 1,98 em 2009, em uma escala de zero a dez (TARGINO, 2011).

As avaliações indicam a existência de dificuldades de aprendizado de matemática em vários níveis da educação paulista e também nacional. Os números apresentados pelas avaliações são frios e nem sempre consideram as condições de trabalho que o professor teve que enfrentar nas periferias das cidades, muitas vezes com poucos recursos. No entanto, os números apresentados fornecem indícios de que a aprendizagem das disciplinas de matemática, em nosso País, apresentam dificuldades.

Como a aprendizagem ocorre nos alunos, é preciso investigar esses alunos, para se ter uma idéia do aprendizado que está ocorrendo nos mesmos.

Prensky considerava que havia uma nova geração, a dos nativos digitais, que era formada por estudantes que nasceram após o surgimento da internet e que teriam facilidade em utilizar os recursos da tecnologia atual (2001). O mesmo autor, num momento posterior reconsiderou suas afirmações, acrescentando que independentemente de ser nativo ou imigrante na era digital, a sabedoria digital poderia ser mais determinante da integração e sucesso da pessoa nesta época atual (PRENSKY, 2009);

Os alunos dos tempos atuais de tecnologia da informação com seus celulares e computadores e internet mudaram seus comportamentos e seu modo de aprender, e tornou-se necessário “mudar o professor” no seu trabalho e isto incluía:

Em um nível mais próximo à prática, este modelo se concretiza em uma série de princípios didáticos que guiam as propostas de intervenção:

- a) A investigação dos alunos como processo de construção de normas, atitudes, destrezas e conhecimentos em aula;
- b) A investigação dos professores como forma de propiciar uma prática reflexiva e um desenvolvimento profissional permanente;
- c) O caráter processual, aberto e experimental dos currículos, como forma de estabelecer um equilíbrio adequado entre planejamento e avaliação do ensino. (PORLÁN; MARTIN, 1997).

No caso específico do ensino de Engenharia, existe um aspecto importante do aluno que está motivado para aprender coisas relacionadas à sua profissão.

É preciso que o professor entenda melhor a realidade desse aluno e o contexto profissional no qual esta se inserindo, pois ensinar exige a corporificação das palavras pelo exemplo, ou seja, não se trata de transferir conhecimentos, mas sim, muito mais em criar possibilidades para sua própria produção ou construção (FREIRE, 1996, p.47).

O professor para poder atuar bem nesta nova geração de alunos deve ser interessado no contexto, interesses e conhecimentos já possuídos pelos mesmos, para poder aproximar os conhecimentos acadêmicos do conhecimento possuído pelos estudantes e então ele pode trabalhar no sentido de criar possibilidades para ocorrer o aprendizado nos alunos.

3. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

David Paul Ausubel foi o criador da Teoria da Aprendizagem Significativa que explica como as pessoas aprendem. Segundo a mesma, quando uma pessoa conta com estruturas mentais pré-existentes sobre um determinado assunto, essas podem facilitar o processo de aprendizagem e quando uma nova informação consegue se ligar a esta estrutura formando, poderá então, formar uma nova estrutura que será retida com mais facilidade na mente da pessoa e diz-se que ocorreu um aprendizado significativo, será duradouro e útil (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

Ausubel considerou que para que ocorresse o aprendizado de modo significativo, era preciso que o aluno estivesse motivado. O mérito de Ausubel e sua teoria estavam em explicar como os adultos aprendem, por meio das estruturas mentais.

Moreira denominou em português, estas estruturas, que Ausubel denominava “subsumer” em inglês, como sendo “subsunçores” (MOREIRA, 2006).

Quando um estudante de um curso de engenharia que está iniciando o curso, já traz consigo uma bagagem prévia de bons conhecimentos de matemática e suas aplicações, por exemplo, por ter estudado num bom curso técnico de nível médio ou então um curso que trabalhou bem a questão da Matemática, fornecendo o que os professores consideram como sendo uma “boa base”, este estudante terá os subsunçores necessários para acompanhar bem as aulas de Matemática do curso superior.

Para Ausubel, havia quatro tipos de aprendizagem que podiam se alcançadas por meio de trabalhos como apresentados na Fig. 1, que foi adaptada para aprendizagem de matemática.

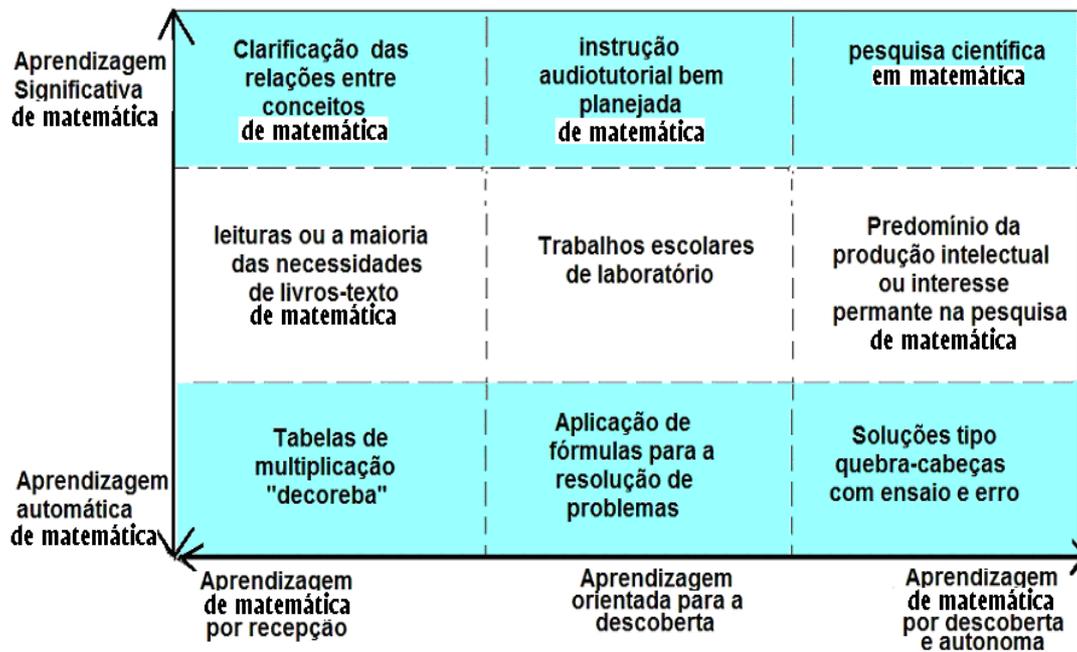


Figura 1 - Tipos de Aprendizagem conforme Ausubel(fonte: AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.21)

A figura apresentou os quatro tipos de aprendizagem de Ausubel adaptados para o ensino de Matemática. Na região superior direita tem-se uma região de pesquisa em matemática. O trabalho nesta região pode levar à aprendizagem significativa de Matemática, bem como a uma aprendizagem autônoma e por descoberta.

No outro extremo, isto é, no canto inferior esquerdo, temos as tabelas de multiplicação, que funcionam com aprendizagem de Matemática por recepção e aprendizagem automática de Matemática. As outras regiões também definem de modo semelhante, os tipos de aprendizado respectivos que são observadas na figura.

Mesmo que um estudante aprendesse por meio de aprendizagem automática e por recepção, desde que houvesse continuidade nos estudos, prosseguindo no mesmo assunto, em algum momento, esta aprendizagem poder-se-ia tornar significativa. Para Ausubel, além dos subsunçores, para ocorrer a aprendizagem significativa, os alunos deviam estar motivados para aprender.

Um aspecto relacionado ao ensino e aprendizado de modo significativo é que não havendo subsunçores nos estudantes, uma forma de se fazer com que houvesse aprendizagem significativa poderia ser pelo uso dos denominados “organizadores prévios” e este seria o caso de filmes sobre o assunto, apresentações, palestras etc, os quais ajudariam na formação de subsunçores em estudantes que não os possuísem.

Além dos pontos expostos, para que ocorra a aprendizagem de modo significativo pode ser necessário o trabalho educacional por meio de outras práticas as quais incluem o aprendizado contextualizado e a aplicação da Matemática em situações reais, que faz com que o aprendizado se aproxime da realidade vivida pelo estudante no seu aspecto profissional e desta forma se mostre útil (WELLINGS, 2003).

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Realizou-se uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, sem o uso de critérios matemáticos ou estatísticos, e onde se buscou realizar entrevistas com alunos voluntários, que participaram espontaneamente como respondentes da pesquisa e que foi realizada de modo anônimo, por meio de questões abertas, que a seguir, foram avaliadas, categorizadas e analisadas (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

O estudo ocorreu num curso de Engenharia de Produção de uma universidade pública localizada na região sudeste do Brasil. A universidade foi escolhida por se tratar de uma universidade tradicional cujos cursos são predominantemente de engenharia e na qual um dos autores atua como professor.

Aplicou-se um questionário contendo questões abertas, a alunos do terceiro período de Engenharia da Produção. Os alunos já haviam estudado o primeiro ano (primeiro e segundo períodos) do curso as seguintes questões:

- 1) Que disciplina você gostou mais no seu curso até o momento? Por quê?
- 2) Antes de entrar na universidade, você gostava das disciplinas de matemática?
- 3) Após ter ingressado, as disciplinas de matemática de seu curso na universidade, foram contextualizadas e mostraram aplicações?
- 4) Se você fosse professor de matemática, como você poderia melhorar a sua disciplina e o aprendizado?

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

QUESITO 1:

No quesito sobre a disciplina que mais gostaram treze (13) alunos responderam que era a disciplina de eletrônica. Cinco (5) consideraram que era Desenho Técnico. Depois

outras disciplinas que contaram com um voto foram: Programação, Física, Cálculo, Tecnologia de Fabricação e Materiais de Construção Mecânica.

As disciplinas que contaram com mais votos trabalharam com teoria e prática laboratorial. Porém Programação e Física também contaram com práticas, mas não foram as mais escolhidas.

No caso das disciplinas de Tecnologia de Fabricação e de Materiais de Construção Mecânica, estas são oferecidas neste período e, portanto, ainda não poderiam ser avaliadas, pois o semestre estava começando e os alunos ainda tinham poucas noções sobre estas disciplinas e nem haviam tido práticas laboratoriais das mesmas. Somente um aluno afirmou que gostou de Cálculo. As disciplinas de Matemática não contavam com práticas laboratoriais e este fator pode ter afetado de alguma forma o desempenho dos alunos na disciplina.

Os laboratórios de ensino de matemática podem ser criados em locais que receberão jornais, revistas, computadores e softwares educacionais de matemática, jogos e toda sorte de materiais que possam ser utilizados no contexto do ensino de matemática e cujo uso seja planejado para atender aos diversos tópicos contidos nas ementas e a serem trabalhados pelos professores ao longo do período.

QUESITO 2:

Dentro do grupo que considerou que gostou de eletrônica, doze alunos responderam que gostavam da matemática antes de ingressarem no curso de engenharia de produção e apenas um afirmou que não gostava e que tinha dificuldades.

No grupo de alunos de afirmou que a disciplina mais estimada foi Desenho Técnico, todos os cinco alunos afirmaram que gostavam de Matemática antes de ingressarem na universidade.

Nos demais respondentes também todos afirmaram que gostavam da matemática antes do ingresso no curso.

O fato dos alunos do curso de engenharia, antes do ingresso no mesmo, já gostarem de matemática é bastante significativo, pois indica que os alunos estavam motivados para aprender as disciplinas de matemática do curso de engenharia, ou em outras palavras estavam tendentes a ter uma aprendizagem significativa das disciplinas de matemática do curso de engenharia.

QUESITO 3:

Dos treze (13) alunos que responderam que gostaram mais da disciplina Eletrônica, doze (12) afirmaram que as disciplinas de matemática não foram contextualizadas, não foram mostradas aplicações ou faltavam aulas de laboratório. Somente um aluno respondeu que sim, porém não soube explicar como.

Dos cinco (5) alunos que afirmaram que gostaram mais de Desenho Técnico, quatro (4) disseram que as disciplinas de Matemática não foram contextualizadas e não mostraram aplicações e somente um aluno afirmou que sim, porém com a ressalva de que foram muito poucas aplicações e somente as do livro de matemática.

Em relação aos outros alunos que escolheram outras disciplinas como sendo as que mais gostaram, todos afirmaram que não houve contextualização e não houve aplicação, mesmo para o aluno que afirmou que gostou mais da disciplina de Cálculo. Esta situação indica que os alunos apesar da motivação inicial apresentada na questão anterior, os professores de alguma forma, não souberam cativar os alunos e aproximar os conhecimentos acadêmicos dos conhecimentos dos alunos para depois de criar amarras, levar os mesmos para níveis maiores do conhecimento matemático (WELLINGIS, 2003) e desta forma, o aprendizado não ocorreu de forma significativa e houve desestímulo nos alunos.

QUESITO 4:

Tudo indica que a questão das aplicações é muito importante para os alunos de engenharia da produção. Um dos entrevistados afirmou que:

“Eu penso que não é preciso mudar a estrutura de ensino, e sim mostrar outro lado do Cálculo, com mais aplicação, pois todo aluno já entra com medo do Cálculo antes de estudarem a disciplina”. O aluno revela que há um sentimento que assusta os alunos e pode atuar como inibidor do aprendizado, mas também aponta para a possibilidade de melhorar o ensino por meio da aplicação.

Outros alunos comentaram que:

“Tentaria mostrar para os alunos, em que momento “tal cálculo” seria usado na prática”. Mais uma vez, a questão da utilidade e do por que se está aprendendo tal assunto volta a baila, mostrando que os alunos contam com uma relação bem clara da necessidade de utilidade para justificar o aprendizado de alguma coisa.

Mais um depoimento, em relação ao que o aluno faria para melhorar o ensino se fosse professor, afirmou que:

“Ensinando a matéria por meio de exemplos”. Este fato também confirma que estamos numa sociedade que se pauta pela justificativa, ou seja, os fins justificam os meios, ou se a causa for boa, tudo vale.

Outra afirmação dizia:

“Criar grupos de estudo a quem achar melhor, e dar aulas com mais resolução de exercícios”. Neste caso o aluno não menciona a questão da aplicação, porém este mesmo aluno, no quesito anterior, afirmou que as disciplinas de matemática do curso não mostraram a prática e que seria bom se esta fosse ensinada em laboratórios, com pesquisa livre pelo aluno, mas com supervisor da instituição apoiando os alunos. Esta é outra forma de buscar mais autonomia por parte dos alunos, o que aponta no sentido da pesquisa.

A afirmação seguinte era:

“Não seria arrogante e não desprezaria e humilharia os alunos, ensinaria de modo objetivo”. Essa questão é difícil de avaliar, pois o que pode ser o “arrogante” para uns pode não ser para outros, tanto que a afirmação tornou-se um caso isolado e difícil de avaliar.

Outra afirmação foi:

“As aulas de matemática poderiam ser mais dinâmicas”. Este é o ponto de vista de um aluno que sendo desta era digital possivelmente, se considerasse a aula monótona, procuraria entrar na internet para conversar no MSN, ORKUT ou outro meio de comunicação.

Outro aluno afirmou que:

“Daria a aula de forma contextualizada, para aumentar o interesse de todos, com aulas práticas também”. Mais uma vez retorna-se à questão das aulas práticas e isso implica na necessidade um laboratório de ensino de matemática que seria um local onde se podem controlar melhor as diversas variáveis relacionadas ao ensino e à aprendizagem dos assuntos em consideração, porém é necessário que tal laboratório seja planejado e os professores sejam preparados para utilizá-los, caso contrário também haverá grandes perdas para as escolas e os alunos.

Houve aluno que afirmou:

“Mostrando mais exercícios para os alunos”. Este tipo de trabalho exigiria mais horas de aula em relação às atuais. Estas horas implicariam num aumento de carga horária

para o curso e conseqüentemente de custos. É preciso avaliar se existem alternativas melhores e que levem também a bons resultados, pois muitas vezes os professores programam aulas extras de exercícios nas quais poucos alunos comparecem, ou seja, é possível que esta seja uma opinião particular de um aluno.

Como próxima etapa, espera-se chegar ao final do curso para realizar uma nova avaliação de aprendizagem significativa, mais completa.

Outra afirmação:

“Faltam aulas com mais exemplos de aplicações, aulas de laboratório”. Este aluno também vai ao encontro dos comentários já realizados anteriormente.

Mais uma afirmação:

“melhorar a didática, não correr com a matéria e nem copiar o livro no quadro”. Essa afirmação mostra a falta de relação do que é ensinado em relação ao aluno ou a falta de sintonia do professor com o mesmo.

A última afirmação foi:

“Acho que o professor deveria trabalhar com exemplos reais, diferentes de livros, isto é com exemplos práticos. Levar a aula para o mundo real, fora da sala de aula. Desenvolver projetos de estudo e pesquisa para melhorar a aprendizagem do aluno, mas visando desenvolver tecnologias para outras coisas”. A afirmação da aluna indica que a matemática que foi trabalhada está bastante distante da realidade dos alunos e as sugestões realizadas pela mesma também vão ao encontro das outras anteriores, no sentido de um aprendizado mais voltado para exemplificação das aplicações prática dos conceitos ensinados em sala de aula, até mesmo tentando sair das quatro paredes e se aproximando do mundo real e de problemas reais.

As informações coletadas foram importantes para um processo de replanejamento das práticas educacionais, além disso, deve-se pensar no desenvolvimento de novos materiais educacionais, objetos de aprendizagem e laboratórios de ensino de matemática para que ocorra um aprendizado de modo mais significativo, ou seja, que se busque caminhar no sentido ascendente ou no sentido para cima na Figura 1, buscando levar o ensino e a aprendizagem para regiões de aprendizagem significativa.

6. CONCLUSÃO

No presente estudo procurou-se diagnosticar se alunos que ingressaram num curso de engenharia da produção gostavam de matemática anteriormente a esse ingresso, e após

ingressarem, como eles aprenderam as disciplinas de matemática do ensino superior e como consideram que poderiam melhorar esta aprendizagem.

As disciplinas de matemática nos cursos de engenharia muitas vezes assustam os alunos que acabaram de ingressar na universidade e muitas vezes trazem uma alta taxa de fracasso escolar.

No estudo realizado os alunos do curso de engenharia de produção, de modo geral, gostavam de matemática antes do ingresso no curso superior.

Após ingressarem e cursarem o primeiro ano (primeiro e segundo períodos) gostaram mais de outras disciplinas como é o caso de Eletrônica que contou com pouco mais de metade dos respondentes, seguido de Desenho Técnico com cinco respondentes. Estas disciplinas contavam com laboratório, cuja utilização é planejada para que os conteúdos ministrados na teoria possam ser trabalhados na prática reforçando o conhecimento.

De modo geral, os alunos afirmaram que o ensino das disciplinas de matemática não foi contextualizado e que não apresentou casos práticos ou reais, ficando distante do mundo dos alunos.

A falta de sensibilidade por parte do professor no sentido de tentar entender o conhecimento possuído pelos alunos, ou que eles precisavam, fez com que houvesse um distanciamento e um aprendizado sem significação.

Algumas sugestões para melhorar o ensino e a aprendizagem incluem a utilização de laboratórios de ensino de matemática com material adequado e preparo do professor para seu uso, e também o desenvolvimento e utilização de material didático com mais contextualização com exemplos práticos e aplicações reais além do professor trabalhar mais exercícios e a resolução dos mesmos em conjunto com os alunos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. et al. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, Marco A. **A teoria da aprendizagem significativa: e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2006.

PORLÁN, Rafael; MARTIN, José. **El diário del professor: un recurso para la investigación en el aula**. Sevilla: Díada, 1997.

PRENSKY, Marc. Digital native, digital immigrants. **On the horizon**. NBC University Press, v. 9, n. 5, 2001.

_____. **H. sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom**. Innovate 5 (3), 2009. Disponível em: <<http://www.innovateonline.info/index.php?view=article&id=705>>. Acesso em: 15 mai. 2010.

SOARES, Eliana M. do S; SAUER, Laurete Z. Um novo olhar sobre a aprendizagem de matemática para a engenharia. p.245-270. In: CURY, Helena N. **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas** / Helena Noronha Cury (Org.) – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. 430p.

TARGINO, Rafael. "**Nota**" do ensino médio do Estado de SP cai e chega a 1,81 em uma escala de zero a dez. Publicado no website UOL Educação em 18 mar 2011. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/ultnot/2011/03/18/nota-do-ensino-medio-de-sp-cai-e-chega-a-181-em-uma-escala-de-zero-a-dez.jhtm>>. Acesso em: 19 mar 2011.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciência e Cognição**. v.12, p.72-85. 2007. Disponível em: <www.cienciaecognicao.org>. Acesso em: 18 mar 2011.

WELLINGS, Paula. **School learning and life learning: the interaction of spontaneous and scientific concepts in the development of higher mental processes**. Publicado no website da Stanford University, 2003. Disponível em: <http://ldt.stanford.edu/~paulaw/STANFORD/370x_paula_wellings_final_paper.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2010.