



UMA ANÁLISE QUALITATIVA DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM DISCIPLINAS BÁSICAS E ESPECÍFICAS NOS CURSOS DE ENGENHARIA

CÓDIGO DO TRABALHO: 412

Resumo: O sistema de avaliação da aprendizagem de uma disciplina ao ser estabelecido, pelo docente, deve evidenciar o que vai ser essencial para a aprendizagem dos alunos, os conteúdos que serão relevantes, as habilidades e atitudes que irão contribuir no âmbito da disciplina. Da mesma forma que o processo de ensino-aprendizagem, o sistema de avaliação deve ser dinâmico, dependendo do conteúdo que está sendo estudado, com o objetivo de fornecer uma melhor forma de compreensão e produção do conhecimento pelo aluno. O sistema de avaliação deve resultar sempre que possível, como um processo de duas vias, da interação entre docente e aluno, por meio de uma discussão conjunta de como avaliar o conteúdo em questão. Os questionamentos devem ser mais abrangentes do que apenas o grau de aprendizagem alcançado pelo aluno em determinado conteúdo, incluindo a forma como o conteúdo vem sendo ensinado, aprendido, os objetivos visados e os meios instrucionais utilizados. Neste trabalho são apresentados resultados, que mostram uma análise qualitativa de avaliação da aprendizagem em disciplinas básicas e específicas dos cursos de engenharia. A metodologia de análise empregada é uma ferramenta que permite ao docente analisar a qualidade de avaliação da aprendizagem que foi aplicada, fornecendo subsídios que servem para rever ou planejar melhor o desenvolvimento da disciplina e da própria avaliação.

Palavras-chave: *Avaliação, Novas Metodologias e Tecnologias no Ensino de Engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

1.1 A avaliação

Atualmente a avaliação é compreendida como um processo integrado e motivador da aprendizagem. É importante, antes de definir o sistema de avaliação, que o docente determine quais são as habilidades necessárias a fim de que o aluno possa iniciar e ser capaz de aprender, com êxito, determinado conteúdo. As atitudes, as habilidades, os interesses, o grau



de maturidade e a prontidão fatalmente se refletem nas tarefas de aprendizagem (OLIVEIRA, 1978).

Segundo PENNA FIRME (1994) o papel do docente é o de mediador, preocupado com a gestão da aprendizagem dos seus alunos, lançando mão da medida, da descrição dos objetivos e do julgamento. Paralelo a isto ele exerce o papel ético e político do negociador com seus alunos e negocia o valor dos conteúdos relevantes, o processo de investigação, o incentivo e a motivação da aprendizagem. Desse modo, quando diagnosticados as causas das dificuldades, o docente pode melhor definir os procedimentos e as alternativas de melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

O docente deve sempre utilizar estratégias e/ou processos através dos quais o aluno aprenda a pensar e a descobrir coisas novas. É também papel do docente procurar sempre mostrar e comunicar entusiasmo em relação ao conteúdo tratado em cada aula, relacionando este conteúdo com a prática. Segundo KENSKI (1994) o papel didático do professor para ser consistente precisaria ainda promover o diálogo entre os alunos e os conhecimentos, independentemente do recurso utilizado na sua aquisição, mudar as atitudes e concepções das pessoas envolvidas no processo.

No dinamismo do processo ensino-aprendizagem, o docente precisa utilizar diferentes meios através dos quais os alunos possam demonstrar seus novos conhecimentos em relação ao conteúdo aprendido. Um sistema de avaliação mais abrangente e diversificado que cobre novas habilidades dos alunos compreendendo atividades, entre outras, com trabalhos em grupo, mais aulas práticas em laboratório e/ou com a elaboração de propostas de exemplos aplicativos do conteúdo ensinado.

A avaliação deve ser ampla e captar diversas dimensões do processo ensino-aprendizagem e não ficar focado no aluno. Neste sentido a avaliação, dentro do processo ensino-aprendizagem, assume características como ser certificativa e diagnóstica, interativa e estimulante (PERRENOUD, 2000). Embora a avaliação seja um processo contínuo, há um momento em que se deve decidir pela implementação, manutenção ou abandono de um dado programa de avaliação.

Neste contexto, deve-se buscar um sistema de avaliação diferente daquele convencional, onde o conteúdo é exigido através de uma simples repetição. Ao docente cabe a competência não só de domínio do conteúdo, mas também o dinamismo no lançamento de propostas alternativas para trabalhar e avaliar o conteúdo de forma mais diversificada, investigativa e abrangente. Ao aluno cabe não apenas o exercício de memorização do conteúdo, como forma tradicional e/ou convencional de avaliação, mas uma participação mais ativa e dinâmica na aula, colocando em prática e despertando sua habilidades, idéias, críticas e principalmente mais esforço (SOUZA, et al., 2002).

Como avaliar é, portanto, uma pergunta desafio que exige de cada docente saber como selecionar, em função da população e dos conteúdos tratados, qual é o instrumento mais adequado e quais os critérios mais coerentes a serem utilizados.

1.2 A metodologia estatística

Um dos principais valores da avaliação consiste em permitir diagnosticar uma deficiência de aprendizagem. Se os alunos não forem avaliados eles prosseguirão pelos diversos graus de ensino sem saberem quais são suas deficiências, conseqüentemente surgirão carências difíceis de ultrapassar, noutros níveis de ensino (GALVÃO et al., 1999).

A metodologia estatística, como uma ferramenta de avaliação da qualidade das provas, contempla a análise conjunta dos Índices de Discriminação e de Acertos da questão. O Índice

de Acertos da questão é simplesmente a proporção de alunos que a acertaram. Os Índices de Discriminação medem quão associados estão as notas do item na prova. Para exemplificar, uma questão com Índice de Discriminação baixo, indica que a minoria dos alunos com as notas altas na prova acertaram a questão, podendo-se concluir que a questão não é adequada com esta análise estatística (SOUZA et al., 2002).

O índice de acerto de cada questão é representado pela percentagem de alunos que a acertaram, ou seja, conforme equação (1):

$$IndiceAcerto_i = \frac{Acertos_i}{NA} \quad (1)$$

onde $Acertos_i$ é o número de alunos que acertaram a questão i e NA é o número total de alunos que fizeram a prova. Este índice não é suficiente para indicar se uma questão é adequada ou não, um exemplo disso, é quando uma questão com baixo índice de acerto é respondida corretamente por candidatos com notas baixas.

Para se calcular o Índice de Discriminação de uma questão, utiliza-se a nota média dos alunos que acertaram aquela questão ($MediaAcerto$), a nota média dos alunos que a erraram ($MediaErro$), o desvio padrão das notas dos alunos e o percentual total de acerto (p) daquela questão, como é mostrado na equação (2)

$$ID = \frac{(MediaAcerto - MediaErro)p(1 - p)}{Desvio} \quad (2)$$

É desejável que a prova apresente questões com Índices de Discriminação altos. A metodologia usada nos concursos leva o Índice de Discriminação referir-se ao poder de uma questão diferenciar candidatos que têm melhores resultados daqueles cujo desempenho caracteriza-se como mais defasado. Neste sentido, um item muito fácil, por exemplo, pode não atingir um índice de discriminação desejável, porque todos os examinados conseguem acertá-lo. Desse modo, o uso de muitas questões fáceis pode levar a um entendimento que a prova não está sendo útil para a verificação da aprendizagem, principalmente do ponto de vista do professor, ou seja, segundo a sua definição de grau de dificuldade. Situação semelhante pode ocorrer com uma questão muito difícil, onde a grande maioria dos alunos erra. Questões muito fáceis ou muito difíceis possibilitam, ainda, maior probabilidade de acerto casual, principalmente no caso de questões objetivas.

Uma questão com baixo índice de discriminação indica que os alunos com as melhores notas não necessariamente acertaram a questão. Assim, pode-se concluir que as questões com baixo Índice de Discriminação e baixo Índice de Acerto podem ter sido acertadas de forma casual, neste sentido uma análise mais detalhada se faz necessário, para a verificação do conteúdo avaliado. Outro problema pode ser encontrado em questões com baixo Índice de Discriminação e alto Índice de Acerto, pois neste caso tem-se questões fáceis não necessariamente respondidas corretamente por alunos com notas altas, indicando talvez que aqueles assuntos mais simples estão sendo pouco estudados pelos alunos com notas altas.

2. METODOLOGIA ADOTADA

Neste trabalho é realizada uma análise qualitativa de avaliação da aprendizagem em disciplinas básicas e específicas dos cursos de engenharia, verificando-se através da



ferramenta estatística apresentada a qualidade das provas aplicadas. O estudo estatístico, como definido anteriormente, contempla a análise conjunta dos Índices de Discriminação e de Acertos da questão em dada prova. Uma das funções deste estudo é a caracterização da aprendizagem dos alunos através da avaliação qualidade das provas aplicadas.

O grau de dificuldade (*GD*) de cada questão representa a dificuldade que cada questão apresenta de acordo com o índice de acerto, o qual é definido pela disposição dos índices de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Definição dos Graus de Dificuldade

Percentual de alunos que acertaram a questão	Grau de Dificuldade
de 81 a 100%	1 (fácil)
de 41 a 80%	2 (mediano)
até 41%	3 (difícil)

Nesta abordagem, foram definidos três graus de dificuldades, representando questões fáceis, medianas e difíceis. O grau de dificuldade poderá ser classificado em mais categorias, como: muito fácil, muito difícil, bastando para isto redistribuir os percentuais de acerto.

Nesta análise, o professor poderá fornecer a sua classificação do grau de dificuldade de cada questão e fazer comparações com o calculado. Alguns problemas poderão ser detectados com esta comparação, por exemplo, se o professor classifica uma determinada questão como Fácil, mas o grau de dificuldade resultante é Difícil, a questão provavelmente apresenta algum problema: ela pode ter sido mal elaborada ou o conteúdo deve ser revisado. Devendo nestes casos haver uma análise mais apurada.

2.1 As provas avaliadas

A pesquisa foi realizada através da avaliação de provas de disciplinas básicas de cálculos e de disciplinas profissionalizantes e/ou específicas da área térmica de cursos de engenharia da Universidade Federal de Pelotas e da Universidade Federal de Ouro Preto, respectivamente.

Em relação às disciplinas básicas avaliou-se uma prova dissertativa da área de Matemática. Cabe observar que, embora a prova seja dissertativa, a sua avaliação por esta metodologia considera cada questão como certa ou errada. Neste momento não se levará em conta as questões parcialmente corretas (estas serão consideradas erradas). A prova analisada foi aplicada numa turma de 27 alunos do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas na disciplina de Cálculo Diferencial. A prova continha 10 questões que envolviam conteúdos sobre inequações e Funções de uma Variável Real. Na Tabela 2 mostra-se os conteúdos predominantes em cada questão.

Em relação às disciplinas específicas da área térmica avaliou-se uma prova com 3 questões, sendo uma questão de formulação matemática dividida em três itens, uma segunda questão teórica com conceitos fundamentais, também dividida em três itens e uma terceira questão prática envolvendo cálculo, conforme conteúdos apresentados na Tabela 3. Para a análise as questões foram numeradas de 1 a 7. Esta prova foi aplicada em três turmas diferentes, para um total de 78 alunos. Foram avaliadas as turmas de Engenharia Civil, Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Controle e Automação.

Tabela 2 – Conteúdos predominantes em cada questão da prova da disciplina básica – Cálculo Diferencial.

Questão	Conteúdo
1	Demonstração de propriedade de módulo
10	Domínio de função
5, 8 e 9	Resolução de inequação envolvendo módulo
2 e 3	Propriedade de inequações
4	Resolução de inequação envolvendo função linear
6	Resolução de inequações envolvendo fração de funções
7	Resolução de inequação envolvendo polinômio

Tabela 3 – Conteúdos predominantes em cada questão da prova da disciplina específica- Transferência de Calor.

Questão	Conteúdo
1 (a)	Formulação matemática
1 (b)	Desenvolvimento da formulação
1 (c)	Resolução
2 (a)	Fundamentos - Balanço de energia
2 (b)	Teórica – fundamentos
2 (c)	Teórica – fundamentos
3	Prática

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 é apresentado o histograma horizontal do grau de dificuldade que evidencia a opinião do professor com o Grau de Dificuldade calculado, para a disciplina básica de Cálculo Diferencial. Observando-se na Figura 1 (a), vê-se que a concordância entre o Grau de Dificuldade indicado pelo professor e o Grau de Dificuldade de acordo com a metodologia adotada foi de 60%. As questões 1, 6, 7 e 10 apresentaram Grau de Dificuldade menor que o previsto pelo professor. Neste caso, pode-se constatar que o professor foi surpreendido pelos alunos. Os alunos tiveram um desempenho superior ao previsto pelo professor, ou seja, os assuntos referentes a estas questões foram bem compreendidos.

Para o cálculo do Índice de Discriminação foi utilizado a Equação (2) e depois foi feita uma normalização para o intervalo $[0, 1]$. Na Figura 1 (b) apresenta-se o índice de acerto e o índice de discriminação.

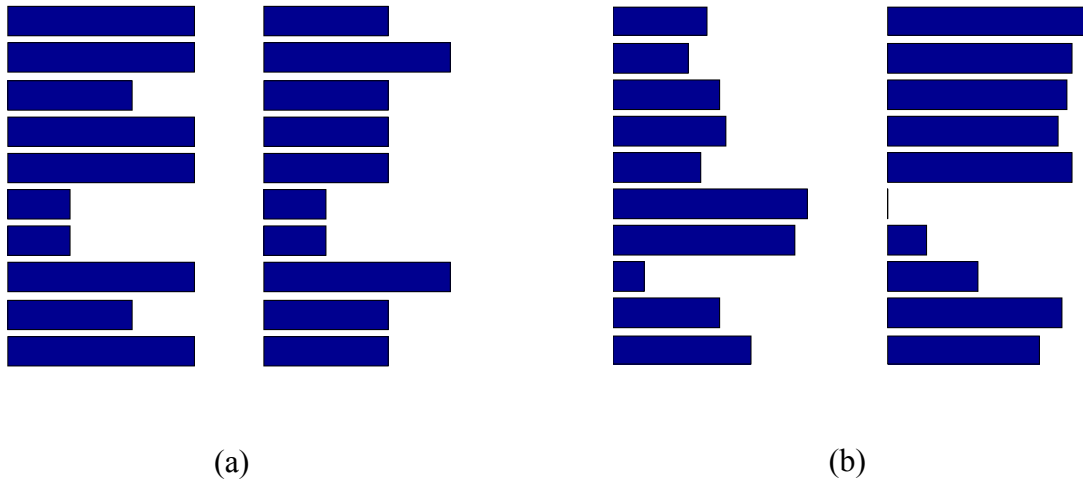


Figura 1- (a) Histograma Horizontal do Grau de Dificuldade; (b) Histograma dos Índices de Acerto e os Índices de Discriminação

A questão 3 apresentou um Índice de Acerto baixo e um Índice de Discriminação baixo (Figura 1 (b)). Tem-se, então, uma questão difícil que foi acertada de forma casual pelos alunos com notas mais baixas. Este fato revela que os alunos que tiveram um desempenho melhor na prova como um todo, não deram atenção adequada a esta questão. Analisando melhor a questão 3 pode-se observar que a propriedade de módulo a que se refere a questão pode não ter sido entendida. A observação desse fato e de outros podem melhor serem visualizados no gráfico de dispersão apresentado na Figura 2. Na Tabela 4 apresenta-se o valor numérico do índice de acerto e do índice de discriminação.



Figura 2 – Dispersão entre o Índice de Acerto e o Índice de Discriminação.

Tabela 4– Índice de Acerto e Índice de Discriminação.

Questões	Índice de Acerto	Índice de Discriminação
1	0,6875	0,7575
2	0,5312	0,8708
3	0,1562	0,4526
4	0,9062	0,1994
5	0,9687	0
6	0,4375	0,9218
7	0,5625	0,8538
8	0,5312	0,8963
9	0,3750	0,9218
10	0,4687	1

Outras questões que merecem uma observação são as de número 4 e 5 que estão na região 9 do gráfico de dispersão (Figura 2). Estas questões, que são consideradas fáceis, e o índice de discriminação são baixos (Tabela 4), revelam que o assunto tratado nestas foi realmente bem compreendido e não há necessidade de revisão. As outras questões da prova estão situadas na região 8 do gráfico de dispersão, ou seja, índice de acerto médio e um índice de discriminação alto (Tabela 4). Neste caso tem-se que as questões não foram acertadas de forma casual, já que se tratam de questões com grau de dificuldade médio e alto. No contexto geral a prova foi bem equilibrada.

Na Figura 3 é apresentado o histograma horizontal do grau de dificuldade que evidencia a opinião do professor com o Grau de Dificuldade calculado, agora para a prova da disciplina específica, neste caso a disciplina de Transferência de Calor. Observa-se na Figura 3 (a), que não há concordância entre o Grau de Dificuldade indicado pelo professor e o Grau de Dificuldade de acordo com a metodologia adotada. Este fato revela que o professor não fez uma análise correta do andamento do aprendizado da turma, pois a maioria das questões teve, segundo a metodologia adotada, um grau de dificuldade maior do que o indicado pelo professor. Este resultado é importante, pois leva o professor a refletir em situações a priori, de como tratar o conteúdo para que o mesmo seja melhor compreendido pelos alunos. O que é interessante de se observar é que as questões que envolviam conceitos e fundamentos foram consideradas mais fáceis pelos alunos do que o professor sugeriu.

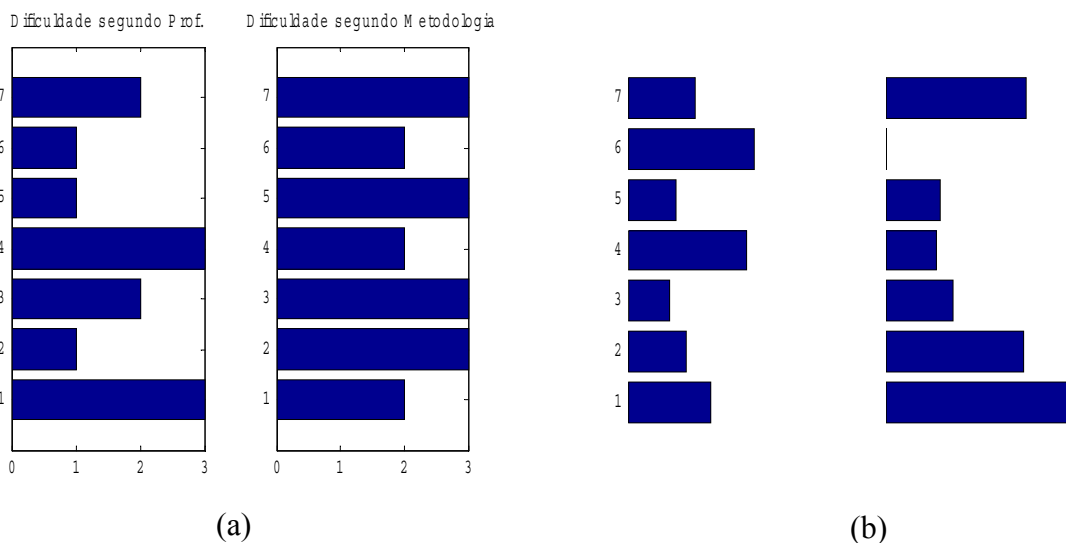


Figura 3 - Histograma Horizontal do Grau de Dificuldade; (b) Histograma dos Índices de Acerto e os de Discriminação.

Por outro lado, a questão prática mostrou algum problema de entendimento pelos alunos e, portanto deve ser melhor trabalhada pelo docente para futuras avaliações. A Figura 3 (b) apresenta o índice de acerto e o índice de discriminação. As questões 3 e 5 apresentaram um Índice de Acerto baixo e um Índice de Discriminação baixo (Figura 3 (b)). Tem-se, então, uma questão difícil que foi acertada de forma casual pelos alunos com notas mais baixas. Com uma análise mais detalhada, observa-se que a parte de resolução e de teoria específica não esta bem compreendida pelos alunos, uma revisão destes tópicos deve ser efetuada. A observação desse fato e de outros pode melhor ser visualizados no gráfico de dispersão da Figura 4. Na Tabela 5 apresenta-se o valor numérico do índice de acerto e do índice de discriminação.

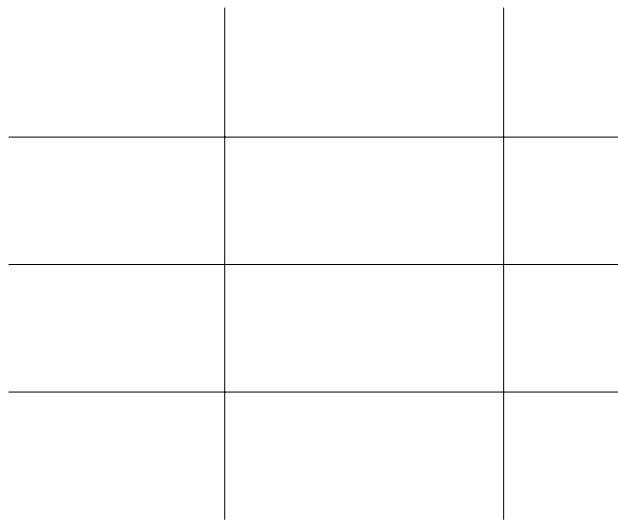


Figura 4 – Dispersão entre o Índice de Acerto e o Índice de Discriminação.

Tabela 5 – Índice de Acerto e Índice de Discriminação.

Questões	Índice de Acerto	Índice de Discriminação
1	0,4358	1
2	0,3076	0,7396
3	0,2179	0,3616
4	0,6282	0,2714
5	0,2564	0,2928
6	0,6666	0
7	0,3589	0,7470

As questões 4 e 6 estão nas regiões 5 e 6 do gráfico de dispersão (Figura 4) e merecem uma observação. Estas questões, que são consideradas de dificuldade mediana pelos alunos, e os índices de discriminação são baixos, revelam que o assunto tratado nestas foi realmente bem compreendido e não há necessidade de revisão. As questões que estão nas demais regiões são difíceis, medianas e fáceis, mas com bom (alto) Índice de Discriminação, o que



indica serem estas questões adequadas. De um modo geral, pode-se concluir que a prova está equilibrada e portanto adequada como instrumento de avaliação o que permiti obter informações mais precisa sobre o andamento do aprendizado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise apresentada para a verificação da qualidade de provas, usando somente os índices de acerto e de discriminação e o grau de dificuldade das questões, foi suficiente para se tirar algumas conclusões importantes sobre a prova, se a mesma está adequada ou não como instrumento de avaliação.

A metodologia estatística de análise empregada é uma ferramenta que permite ao docente analisar a qualidade de avaliação da aprendizagem que foi aplicada, fornecendo subsídios que servem para rever ou planejar melhor o desenvolvimento da disciplina e da própria avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALVÃO, J.R.; GOMES, M.R. Avaliação da Aprendizagem num Sistema de Ensino Assistido por Computador. In: ACTAS DO 1º *WORKSHOP* COMPUTAÇÃO GRÁFICA MULTIMÉDIA E ENSINO (CGME'99), 1999.

KENSKI, V. M. O professor, a escola e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: ENDIPE, 7, 1994, Florianópolis, SC. *Anais*: Florianópolis: UFSC, 1994.

OLIVEIRA, J.C.A. *Glossário de Tecnologia Educacional*, 2ª Ed, 71 p., 1978.

PENNA FIRME, T. Avaliação: tendências e tendenciosidades. In: Ensaio: **Avaliação e políticas públicas em educação**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, out./dez/, 1994, p. 57-61.

PERRENOUD, P. *Pedagogia diferenciada: das intenções a ação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SOUZA, J.A.; DANDOLINI, G. A.; OLIVEIRA, S. L. C. Uma metodologia estatística na avaliação da qualidade das provas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30, 2002, Piracicaba, SP. *Anais*. Piracicaba: UNIMEP, 2002 (CD-ROM).

SOUZA, H.A.; TRIBESS, A. A importância do sistema de avaliação da disciplina na motivação do aluno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30, 2002, Piracicaba, SP. *Anais*. Piracicaba: UNIMEP, 2002 (CD-ROM).

AN QUALITATIVE ANALYSIS OF EVALUATION SYSTEM OF THE LEARNING IN BASIC AND SPECIFIC DISCIPLINES IN ENGINEERING COURSES

Abstract: *The evaluation system of the learning of a discipline when being established, by the teacher, should evidence what it is going to be essential for students' learning, the contents that will be important, the abilities and attitudes that are going to contribute in the scope of the discipline. In the same way that the teaching-learning process, the evaluation system should be dynamic, depending on the content that is being studied, with the goal of supplying a better comprehension and production of the knowledge by the student. The evaluation system should result whenever possible, like a process of two ways, of the interaction between teacher and student, by means of a joint discussion of how to evaluate the content at issue.*



The questions should be more including than only the learning degree reached by the student in certain content, including the form as the content has been taught, learnt, the objective reached and the instructional means used. In this work are presented results, which show a qualitative analysis of evaluation of the learning in basic and specific disciplines of the engineering courses. The analysis methodology is a tool that allows to the teacher analyze the evaluation quality of the learning that was applied, supplying subsidies that serve to review or to plan better the development of the discipline and of the evaluation.

Key-words: *Evaluation, New Methodologies and Technologies in the Engineering Teaching.*