

## O Ganho de Hake: uma técnica de avaliação de absorção de conhecimento e replanejamento de disciplina

ANTONIO CÉSAR GALHARDI

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - SP - Brasil  
prof.galhardi@fatecjd.edu.br

MARÍLIA MACORIN DE AZEVEDO

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - SP - Brasil  
marilia.azevedo@fatec.sp.gov.br

**Resumo** - O artigo demonstra o uso do Ganho de Hake normalizado como instrumento de planejamento de conteúdo de uma disciplina do Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia de Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETPS - “Inovação e Competitividade Sistêmica”. Como contribuição deste estudo destaca-se o fato de que, ao invés de se comparar a aprendizagem de diferentes turmas sobre um mesmo tópico, o que tradicionalmente se observa na literatura, observou-se o comportamento de uma mesma turma (22 alunos) em diferentes tópicos, durante um semestre letivo. Neste trabalho apresenta-se o ineditismo para aplicação dessa metodologia em curso de pós-graduação, para o planejamento de conteúdo de disciplina com forte utilização de Práticas Interativas. Em função das características da disciplina: disciplina obrigatória, carga horária de 4hs/semana (consecutivas) e encontros semanais; e da turma: oriunda de diferentes graduações, com diferentes faixas etárias e diferentes experiências profissionais, os resultados apresentados para a análise da evolução do conhecimento por meio do Ganho de Hake podem trazer subsídios interessantes para o replanejamento de conteúdo e tipologia das práticas interativas da disciplina.

**Palavras-chave:** Ganho de Hake, Práticas Interativas, Planejamento de Disciplina, Avaliação de conhecimento, Pós-graduação.

**Abstract** - *The article demonstrates the use of standardized Hake gain as a tool for planning the content of a discipline of the Professional Masters in Management and Systems Technology Productive State Center of Technological Education Paula Souza - CEETPS - "Systemic Innovation and Competitiveness". As a contribution of this study highlight the fact that, instead of comparing the learning of different groups on the same topic, which is traditionally observed in the literature, we observed the behavior of the same class (22 students) in different topics during one semester. This work presents the application of this methodology for novelty ongoing post-graduation, for content planning discipline with a strong use of Interactive Practice. Due to the characteristics of the discipline: discipline mandatory workload of 4hs/semana (consecutive) and weekly meetings, and class: coming from different grades with different age groups and professional backgrounds, the results presented for the analysis of the evolution of knowledge by Hake gain can bring interesting benefits for the redesign and content typology of interactive practices of the discipline.*

**Keywords:** *Gain Hake, Interactive Practice, Planning Discipline, Knowledge Assessment, Graduate.*

## 1. Introdução

A avaliação de desempenho de aprendizagem pelo Ganho de Hake normalizado tem sido utilizada, tradicionalmente, há aproximadamente três décadas para a avaliação de um mesmo tópico em diferentes turmas de disciplinas introdutórias no ensino de graduação em Física, e que se utiliza de Práticas Interativas em sala de aula. Esses estudos empíricos, com alto volume de alunos, em diferentes universidades americanas, têm demonstrado que a dinâmica pré-teste / aplicação de conteúdo / pós-teste apresenta potencial elevado para a melhoria da eficácia do ensino de graduação, da formação de professores e da educação da população em geral.

Observando mais atentamente as disciplinas onde a metodologia Ganho de Hake tem sido aplicada, observa-se que elas apresentam as seguintes características comuns:

- Participação interativa dos alunos que são induzidos a pensarem construtivamente sobre fenômenos simples, porém de entendimento contraditório ao senso comum;
- Utilizam do método Socrático, e não o *alter ego* de Platão, com professores experientes e de boa compreensão do conteúdo a ser ministrado, e cientes dos preconceitos comuns dos alunos perante a quebra de paradigmas;
- Existe uma interação considerável entre professor e alunos, de maneira que o grau de instrução seja quase individualizado;
- Utilizam de múltiplas representações como: verbal, escrita, pictórica, diagramática, gráfica e matemática, para modelar os diferentes tópicos;
- São ricas em situações do mundo real e de sensações sinestésicas que promovam o interesse do aluno e intensificam o conflito cognitivo quando a experiência sensorial direta dos alunos não se conforma com os pré-conceitos;
- São ricas em esforço cooperativo do grupo e de discussão entre pares;
- A explicação do conteúdo seja repetitiva e coerente em diferentes contextos.

Alguns questionamentos comuns à utilização de mecanismos de avaliação de conhecimento pelo Ganho de Hake resumem-se em:

- Seriam os testes do tipo múltipla-escolha eficientes e eficazes para determinar quão bem os alunos adquiriram conhecimento efetivo?
- Seriam os testes do tipo múltipla-escolha apropriados para avaliarem processos cognitivos complexos?
- Seria o Ganho de Hake capaz de avaliar as diferenças de estilos de ensino, de diferentes professores?
- As práticas interativas frente à instrução convencional (essencialmente independente do professor) podem ser confrontadas pela avaliação do Ganho de Hake?

O objetivo deste artigo é discutir o uso da sistemática de avaliação utilizada pelo Ganho de Hake no planejamento de conteúdo de disciplinas de pós-graduação e aplicar as observações na elaboração de instrumentos de planejamento que possam ser utilizados por outros professores e pesquisadores.

O artigo apresenta a contextualização da aplicação do Ganho de Hake por aproximadamente três décadas no ensino de disciplinas básicas da graduação em Física,

Química e Engenharia. Por fim, frente aos resultados encontrados, discute e estabelece uma série de possibilidades para o planejamento de conteúdo de disciplinas.

## 2. Referencial Teórico

### O Ganho de Hake normalizado

O Ganho de Hake normalizado é obtido pela razão entre o ganho apurado pelo aluno e o máximo ganho possível com base em duas avaliações idênticas e na forma de testes múltipla-escolha - uma antes da apresentação do conceito (pré) e outra após (pós). Ele é calculado pela fórmula:

$$\text{Ganho de Hake} = g = \frac{((\text{Pós teste})\% - (\text{Pré teste})\%)/(100\% - (\text{Pré teste})\%)}$$

Como descrito pelas observações empíricas de Hake (1987, 1991, 1992, 2002, 2007), Hake & Wakeland (1997) e Tobias & Hake (1973, 1974, 1983, 1986, 1997), associado ao desenvolvimento de Práticas Interativas por Arons (1973, 1974, 1983, 1986, 1987), estabeleceu-se uma avaliação de conhecimento adequada às aplicações de conceitos da Física em cursos de graduação, e com forte apelo em Práticas Interativas.

## 3. Metodologia

Os 22 alunos matriculados no 1o semestre de 2013 na disciplina “Inovação e Competitividade Sistêmica” foram avaliados segundo a metodologia de Hake em oito tópicos distintos conforme apresentado na Tabela 1, e em cada aplicação, foram calculados o Ganho de Hake Médio da classe e o Desvio Padrão.

Os testes foram avaliados individualmente em forma de gráficos do ganho de cada aluno.

Também foi construído gráfico geral com o ganho médio da classe e do Desvio Padrão para cada tópico, e em função do Pré-teste de cada tópico.

**Tabela 1** – Data e tópicos analisados na disciplina.

DATA	TÓPICO	DENOMINAÇÃO
13/03/13	O Processo Criativo e a Inovação	I
20/03/13	Gestão do Conhecimento para Inovação	II
27/03/13	Ciclo de Vida Global de Produtos	III
03/04/13	Ciclo de Vida Global de Serviços	IV
17/04/13	Cluster e Redes _ Vantagem Competitiva das Nações - Arranjos Produtivos Locais, Distritos Industriais.	V
24/04/13	Consórcio Modular, Condomínio Industrial; Operadores Logísticos 3PLs e 4PLs	VI
08/05/13	Técnicas de Construção de Cenários	VII
15/05/13	Inovação e Qualidade	VIII

## 4. Resultados e Discussão

Seguem os gráficos resultantes da aplicação do Ganho de Hake nos vários tópicos da disciplina.

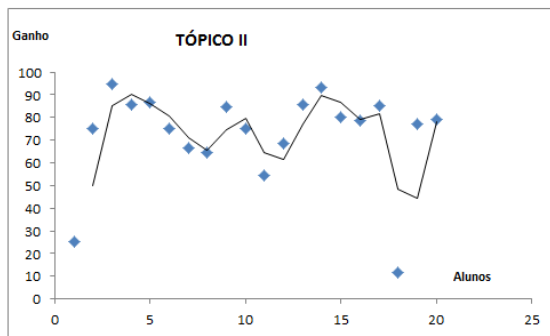
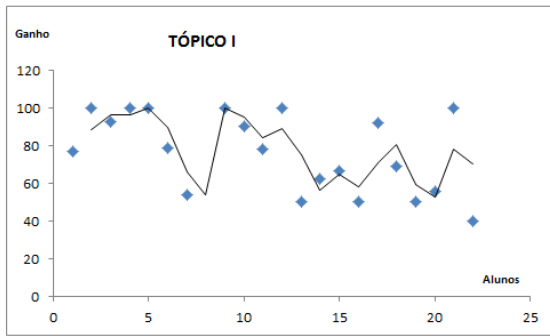


Figura 1 – Ganho de Hake para os tópicos I (a) e II (b).

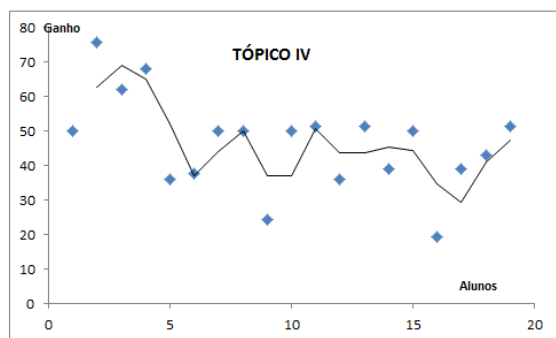
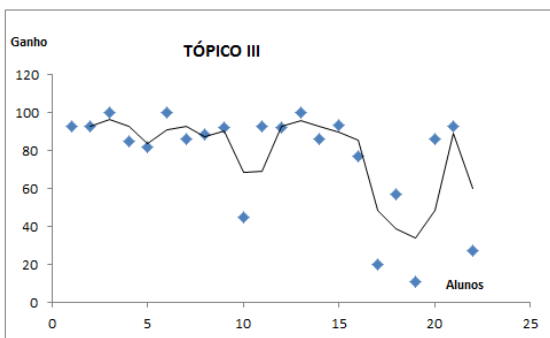


Figura 2 – Ganho de Hake para os tópicos III (a) e IV (b)

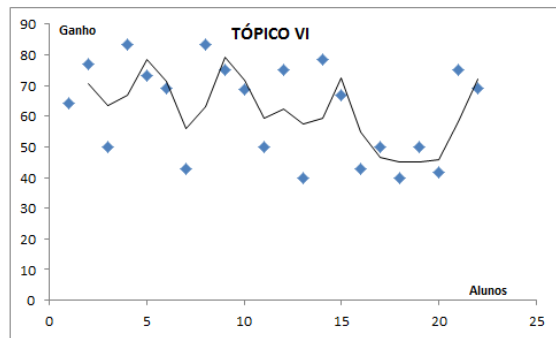
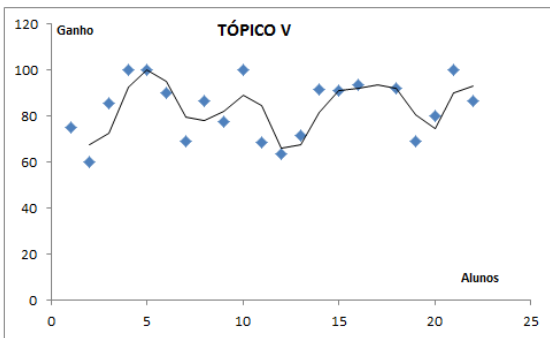
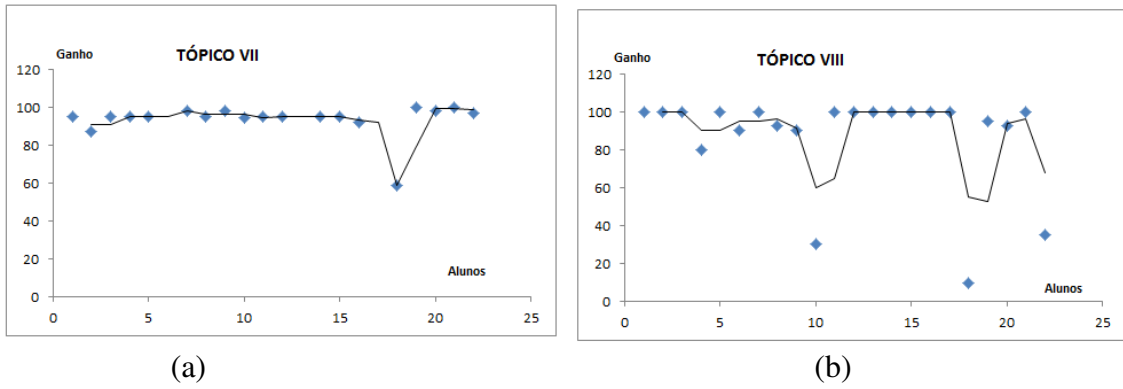
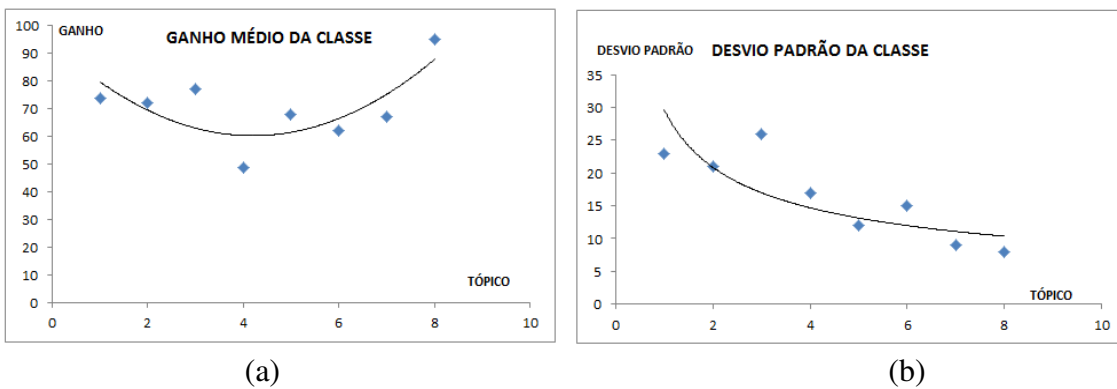


Figura 3 – Ganho de Hake para os tópicos V (a) e VI (b).



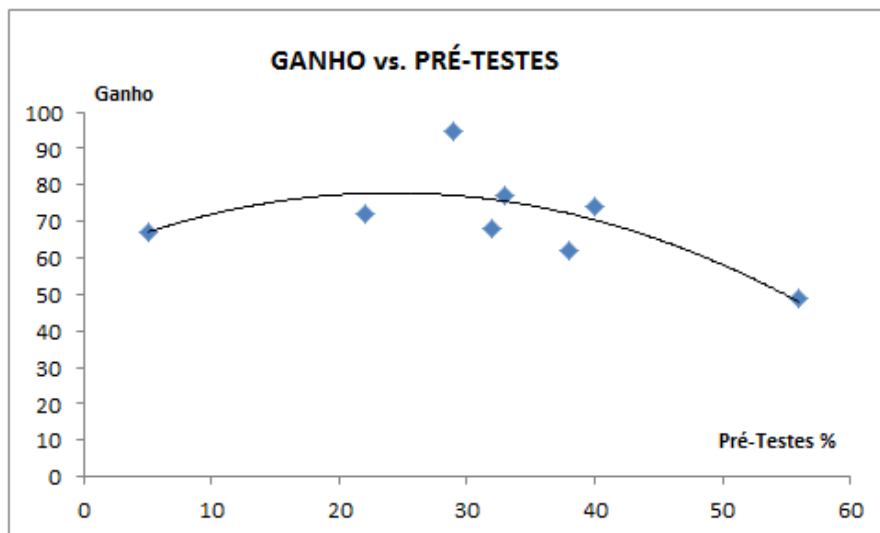
**Figura 4** – Ganho de Hake para os tópicos VII (a) e VIII (b).

A partir desses dados, foram elaborados os gráficos de Ganho de Hake médio da classe e o Desvio Padrão apresentados na Fig. 5.



**Figura 5** – Ganho de Hake Médio da Classe (a) e Desvio Padrão (b) para os tópicos abordados.

A Fig. 6 apresenta o Ganho Médio da Classe em função dos resultados médios do Pré-Teste.



**Figura 6** – Ganho de Hake Médio da Classe em função dos Pré-testes médios para os tópicos abordados.

As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam os Ganhos de Hake dos alunos para cada tópico apresentado na Tabela 1. Como pode ser observado, existe uma redução significativa da variação para os dois últimos tópicos (VII e VIII).

Na Figura 5 é apresentada a média da classe para cada tópico e o desvio padrão. Pode-se observar realmente a redução do Desvio Padrão da classe, no decorrer da apresentação dos tópicos integrantes do conteúdo da disciplina, enquanto não se observa nenhuma tendência evidente com relação à média dos ganhos da classe ao longo da disciplina.

Pode-se observar que em tópicos extremamente complexos, onde a média de ganho da classe é baixa, existe uma menor variação do Ganho. É o caso do Tópico VII da Fig. 4(a), e representado na Fig. 6 pelo ponto de menor Pré-teste (<10).

## 5. Conclusão

O presente trabalho permitiu a observação do desenvolvimento de alunos de Pós-graduação – Mestrado, ao longo do primeiro período letivo de 2013, e abordando tópicos de relativa complexidade na disciplina “Inovação e Competitividade Sistêmica”, sempre apresentados por meio de Práticas Interativas.

O acompanhamento frequente do Ganho de Hake permitiu redimensionamento da carga horária de cada tópico e discussões aprofundadas nas partes mais complexas, como por exemplo o tópico sobre Gestão do Conhecimento (Fig. 1(b)).

Em condições usuais da aplicação do Ganho de Hake, como o ensino de Física na graduação, a literatura considera Ganhos superiores a 60% como aproveitamento muito bom da classe. Isto é o que foi observado para o estudo em questão.

As Práticas Interativas empregadas com predominância de instrumentos visuais, por meio da discussão de filmes, aliados a Estudos de Casos, Discussão em Grupo, Discussão entre Pares, Redação de Artigos em Pares, Dinâmicas de Grupo, e no máximo 25% do tempo em aula expositiva, permitiu um bom aproveitamento do grupo de alunos, além de uma avaliação favorável, por parte deles, da disciplina e dos professores.

O Ganho de Hake, como mencionado na literatura, mostrou-se como um bom instrumento para a avaliação do ganho de conhecimento em disciplinas com forte apelo em Práticas Interativas embora não tenham sido encontrados estudos de sua aplicação para disciplinas de Pós-Graduação, e ainda pouco para outras disciplinas além de Física.

A redução considerável do Desvio Padrão ao longo do curso pode ter um componente de homogeneização do conhecimento, inicialmente fruto das diferentes graduações, e posteriormente pelo próprio transcorrer da disciplina e suas práticas pedagógicas.

## Referências

ARONS, A. B. (1973). Toward wider public understanding of science. *American Journal of Physics*, 41, 769–782.

ARONS, A. B. (1974). Toward wider public understanding of science: Addendum. *American Journal of Physics*, 42, 157–58.

ARONS, A.B. (1983). Achieving wider scientific literacy. *Daedalus*, Spring. This article forms the basis of Chapter 12 “Achieving Wider Scientific Literacy” in Arons (1997).

ARONS, A. B. (1986). Conceptual difficulties in science. In M.R. Rice (Ed.), *Undergraduate education in chemistry and physics, proceedings of the Chicago conferences on liberal education*, No. 1, (pp. 23–32). Chicago: University of Chicago.

ARONS, A. B. (1997). *Teaching introductory physics*. New York: Wiley.

HAKE, R. R. (1987). Promoting student crossover to the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 55, 878–884. Recuperado em: 03/2013 como ref. 40 em <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.

HAKE, R. R. (1991). My conversion to the Arons-advocated method of science education. *Teaching Education*, 3, 109–111. Recuperado em: 03/2013 como ref. 8 em <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.

HAKE, R. R. (1992). Socratic pedagogy in the introductory physics lab. *Physics Teacher*, 30, 546–552. Recuperado em: 03/2013 como ref. 23 em <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.

HAKE, R. R. (2000). Towards paradigm peace in physics education research. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. Recuperado em: 03/2013 como ref. 3 em <<http://www.physics.indiana.edu/~hake/>>.

HAKE, R. R. (2002). Socratic dialogue inducing laboratory workshop. Proceedings of the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization ASPEN (ASian Physics Education Network) workshop on active learning in physics, University of Peradeniya, Sri Lanka. Recuperado em: 03/2013 como ref. 28 em: <<http://www.physics.indiana.edu/~hake/>>.

HAKE, R. R. (2007). Socratic dialogue inducing (SDI) lab website. Retrieved on 3 March 2007 from <<http://www.physics.indiana.edu/~sdi>>.

HAKE, R. R., & WAKELAND, R. (1997). What's F? What's m? What's a?: A Non-Circular SDITST– Lab Treatment of Newton's Second Law. In J. Wilson (Ed.), *Conference on the introductory physics course*, (pp. 277–283). New York: Wiley.

TOBIAS, S., & HAKE, R. R. (1988). Professors as physics students: what can they teach us? *American Journal of Physics*, 56(9), 786-794. Recuperado em: 03/2013 como ref. 41 em <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.