

# O UNIVERSO DAS ENGENHARIAS ENRIQUECENDO AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DE FÍSICA INTRODUTÓRIA – MEDIDA ACÚSTICA DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE AÇOS

**Francisco Catelli** – [fcatelli@ucs.br](mailto:fcatelli@ucs.br)

Universidade de Caxias do Sul – UCS, Centro de Ciências Exatas e tecnológicas  
Rua Francisco Getulio Vargas, 1130  
95070-560 – Caxias do Sul – RS.

**José A. Martins** - [jamartin@ucs.br](mailto:jamartin@ucs.br)

Universidade de Caxias do Sul – UCS, Centro de Ciências Exatas e tecnológicas  
Rua Francisco Getulio Vargas, 1130  
95070-560 – Caxias do Sul – RS.

***Resumo:** Um tema usual no contexto da Física básica – ondas em meios elásticos – é enriquecido neste trabalho com uma aplicação típica das Engenharias. O ponto de partida é um modelo físico de um meio unidimensional, o qual é útil na compreensão dos conceitos básicos envolvidos na previsão da velocidade de um pulso numa haste metálica. Este resultado é transposto para um contexto típico de Engenharia; as percepções características de uma abordagem física são enriquecidas com considerações oriundas da ciência dos materiais (módulo de elasticidade, etc.) Os resultados obtidos indicam uma grande participação dos envolvidos, em função do interesse despertado pelo tema.*

***Palavras chave:** Constante elástica, modelos, módulo de elasticidade, pulsos em meios elásticos, transposição didática.*

# 1 INTRODUÇÃO

O objetivo maior deste trabalho é a integração, já no início de um curso de Engenharia, de elementos da Física tradicional (elasticidade, velocidade de ondas em meios elásticos) com alguns conceitos correspondentes em disciplinas do núcleo profissional (Resistência dos Materiais, por exemplo), como a elasticidade de sólidos. Os autores acreditam que esta integração, este “trânsito” entre disciplinas do núcleo básico e do núcleo profissional, além de promover uma aprendizagem mais efetiva dos conceitos envolvidos, aumenta a motivação dos alunos para a carreira de Engenharia. Este trabalho pretende “demonstrar”, pelo menos parcialmente esta conjectura.

Um objetivo derivado aqui buscado é o trabalho com modelos. Mais especificamente, algumas propriedades mecânicas de sólidos podem ser intuídas, e mesmo em alguns casos quantificadas a partir de modelos simples. Por exemplo, o comportamento elástico de meios unidimensionais (esta é uma linguagem usual entre físicos) pode ser modelado de forma bastante simples, e partir deste modelo, resultados não triviais podem ser preditos, tais como o comportamento de sólidos em condições de carga mecânica - tração, compressão e módulo de elasticidade (aqui, a linguagem começa a se aproximar mais dos termos empregados no âmbito das Engenharias).

## 1.1 Fundamentação teórica

O primeiro conceito a ser evocado é o da constante elástica de molas (a “lei de Hooke”, na terminologia dos professores de física): uma mola (ou outro material), ao ser submetido a uma força de tração  $F$  apresentará um aumento  $\Delta x$  (alongação) na sua dimensão principal  $x$ ; a proporcionalidade entre  $F$  e  $\Delta x$  é a constante elástica  $k$ :

$$F = - k\Delta x \quad (1)$$

O sinal negativo indica que o sentido da força exercida pela mola é oposto ao da alongação que esta sofre.

O que acontece com o parâmetro  $k$  quando duas molas são conectadas “em série”? em “paralelo”? O que acontece quando são retirados alguns anéis da mola? (Esta última questão vem frequentemente dos estudantes). Estas e outras questões podem ser encaminhadas a partir de um modelo bastante simplificado de uma mola<sup>1</sup>, a saber: massas elementares  $\Delta m$  são unidas entre si por pequenas molas ideais, cuja constante elástica é designada de  $k'$ .

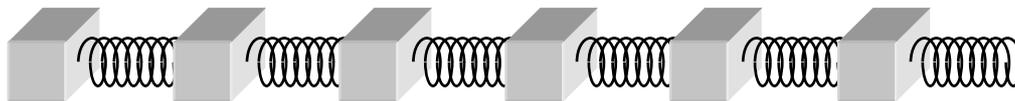


Figura 1. Modelo idealizado de uma mola. Cada um dos cubos possui massa  $\Delta m$ ; as molas (ideais), de constante elástica igual a  $k'$  não possuem massa.

A partir deste modelo é intuitivamente simples visualizar uma onda longitudinal, originada, por exemplo, por uma pequena perturbação horizontal, ou pulso, na posição da

---

<sup>1</sup> Maiores detalhes sobre este modelo, e de como ele pode ser empregado para, por exemplo, calcular a constante elástica de uma mola submetida apenas ao próprio peso, podem ser encontrados em CATELLI (2008, p. 33 - 36)

massa mais à esquerda, propagando-se ao longo do modelo. Este mesmo modelo (com algumas pequenas adaptações) pode ser usado para prever o comportamento dinâmico de uma onda sonora. A “tabela 1”, a seguir, mostra a expressão da velocidade de um pulso, em três meios: a) fluido, perturbação longitudinal b) barra sólida, perturbação longitudinal e c) meio unidimensional (corda), perturbação transversal.

Tabela 1 - Velocidade ( $v$ ) de propagação de pulsos em diferentes meios. Estas mesmas expressões valem para ondas nestes mesmos meios (YOUNG e FREEDMAN, 2003, p. 247, p. 249 e seguintes).

Fluidos	$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$ (2-a)	$\beta$ : módulo de compressão $\rho$ : densidade
Barra sólida	$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ (2-b)	$E$ : módulo de elasticidade $\rho$ : densidade
Corda	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (2-c)	$F$ : tensão na corda $\mu$ : densidade linear de massa

É possível notar nesta tabela uma peculiaridade interessante: a velocidade é sempre a raiz quadrada de uma propriedade elástica (módulo de compressão, módulo de elasticidade ou tensão) dividida por uma propriedade inercial (densidade ou densidade linear.) (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2006, p. 151).

## 2 DESENVOLVIMENTO

A primeira etapa consiste em uma explanação resumida dos conceitos mencionados acima (modelo, velocidade de pulsos e ondas, equação de ondas, etc.); na segunda etapa, os grupos de estudantes definem o meio com o qual irão trabalhar. Os que escolhem fluidos farão medidas da velocidade do som no ar, os que escolhem um meio unidimensional trabalham com uma longa mangueira de látex, e os que escolhem um meio sólido trabalham com uma barra sólida. As medições de velocidade são diretas; na velocidade do som no ar usa-se um tubo ressonante de quarto de onda, a velocidade do pulso na mangueira de látex é medida a partir do tempo de trânsito de um pulso transversal. Os detalhes de medição para estes meios podem ser encontrados em (CATELLI, 1988). As medições referentes à barra sólida serão apresentadas em detalhe a seguir, de modo a possibilitar uma comparação posterior destes resultados com aqueles obtidos por meio de técnicas usuais em laboratórios de Engenharia (ensaios de tração com medição concomitante da elongação - extensometria).

Na terceira etapa os grupos apresentam os resultados obtidos, momento no qual é feita uma discussão comparativa das velocidades nos diversos meios.

Finalmente, na quarta etapa, o módulo de elasticidade da barra sólida é obtido através de extensometria, num ensaio convencional de tração, e os resultados obtidos são comparados. As curvas tensão x deformação do corpo de prova são comparadas com aquelas obtidas por ocasião da tração de uma mola; as semelhanças e diferenças são discutidas e destacadas neste momento. Na verdade, este é ponto alto deste trabalho: trata-se do estabelecimento de relações entre os elementos usuais da física e aqueles, mais técnicos, que aparecem em disciplinas específicas para engenheiros.

Descreveremos então a seguir os detalhes da medição da velocidade de um pulso longitudinal em uma barra de aço, o valor do módulo de elasticidade que daí decorre, e sua comparação com aquele obtido a partir de um ensaio de tração do mesmo material. Concluiremos comparando a curva tensão x deformação com uma curva força x alongação de uma mola.

Medição da velocidade de um pulso longitudinal: método acústico. A barra metálica (“figura 2”, aço 4340) é percutida com um martelo, de modo que sejam gerados pulsos longitudinais. Como a propagação destes é muito rápida, e sua atenuação relativamente lenta, ouve-se durante vários segundos um som agudo, cuja frequência fica por volta de 2700 Hz para uma barra de 1 m de comprimento. A frequência do som emitido pela barra é comparada com a frequência (ajustável) de um gerador de áudio conectado a um alto-falante (LAPP, 1997). Quando os dois sons coincidirem, a leitura da frequência é feita no mostrador do gerador (pode-se usar também um multímetro digital ajustado para medição de frequência, conectado ao gerador de áudio). Este procedimento de “afinação” é bastante preciso: quando a frequência do som do gerador se aproxima daquela da barra, distinguem-se batimentos bastante nítidos. Uma vez medida esta frequência, o cálculo da velocidade é feito da seguinte maneira: o pulso de compressão gerado pela batida do martelo viaja pela barra e é refletido na extremidade oposta. Após percorrer de volta todo o comprimento  $l$  da barra, ele é novamente refletido, desta vez pela extremidade que foi inicialmente percutida, e assim sucessivamente, durante vários segundos. Cada vez que o pulso chega à extremidade livre da barra (suponha-a próxima ao ouvido de quem a percuta), cria-se um pulso de pressão no ar, com a conseqüente geração de som. Na outra extremidade será criada também uma seqüência uniforme de pulsos, porém defasada em relação à primeira. A velocidade será dada então pela distância percorrida ( $2l$ ) dividida pelo tempo, que aqui pode ser pensado como o período de repetição dos pulsos:

$$v = \frac{2l}{T} = 2lf \quad (3)$$

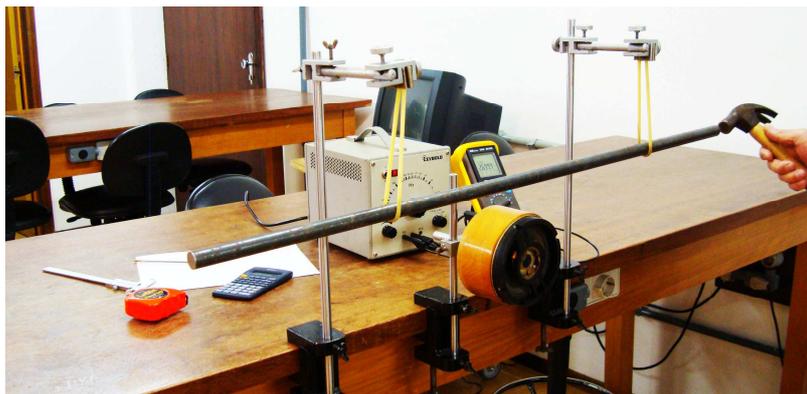


Figura 2 - A barra de aço 4340 sendo percutida. A frequência do som assim gerado é comparada à frequência (ajustável) de um gerador de áudio ligado a um alto-falante.

Medição da velocidade de um pulso longitudinal: TRF (Transformada Rápida de Fourier, ou FFT: Fast Fourier Transform, em inglês). Da mesma forma que no procedimento acima, a barra de aço é percutida por um martelo. O som assim gerado é captado por um microfone (Sound Sensor CI6506B, Pasco Scientific), o qual está por sua vez acoplado a uma interface Science Workshop 750 – CI 7650, Pasco Scientific). Esta é ajustada de modo a apresentar em

tempo real a transformada de Fourier do som periódico capturado (“figuras 4-a e 4-b”). Com isso, eliminam-se a necessidade de “afinar de ouvido” duas frequências, além da vantagem evidente do acesso a (quase) todos os harmônicos produzidos pela barra. Comentaremos no final do trabalho outra possibilidade, que explora a produção de ondas transversais na barra.

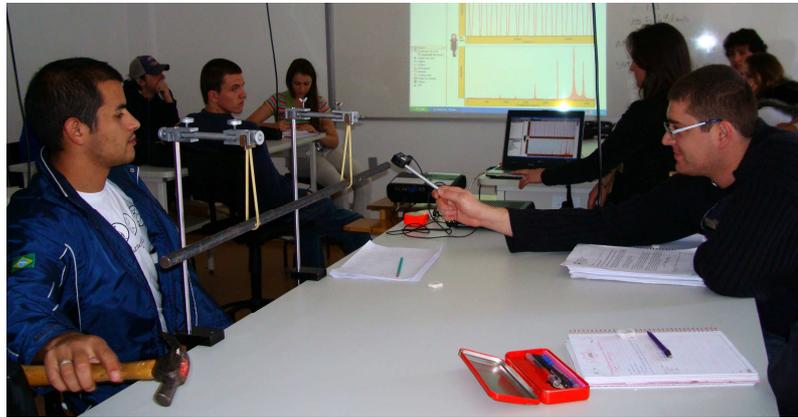


Figura 3 - Mesma montagem da “figura 2”, porém sem o gerador de áudio, o qual é substituído por um microfone (na mão do estudante, no centro da foto) acoplado a uma interface que fornece a transformada de Fourier do sinal acústico periódico capturado.

## 2.1 Ensaio de tração.

Depois de efetuadas as medições acústicas descritas acima com a barra de aço 4340, foram extraídos destes dois corpos de prova (padrão ...), os quais foram submetidos a ensaios de tração (máquina ...). O gráfico tensão (MPa) x deformação (mm/mm) dos dados corrigidos aparece na figura 5. Nesta ocasião, foi discutida com os estudantes a relação entre um gráfico usual nas aulas de física, o gráfico da lei de Hooke para uma mola (no caso deste trabalho, uma mangueira de látex). A força  $F$  de tração aplicada na mangueira traciona-a e esta se comporta com boa aproximação como previsto pela equação (1). Os estudantes são instados a notar que a força de tração está presente no momento de calcular a velocidade de um pulso nesta (equação 2-c), e, evidentemente, a força de tração depende do parâmetro  $k$  (constante elástica da mangueira). Esta equação é muito confiável: o resultado do cálculo da velocidade que ela fornece desvia de menos de 2% daquele obtido por medida direta, através da equação 3. Mas esta forma de representação – curvas de força versus alongação – depende, é claro, das características do material. Mas depende também das dimensões deste. Dito de outra forma: se for variado o comprimento inicial da mangueira de látex, outro valor de constante elástica será obtido. O mesmo ocorre com o diâmetro.

Perguntamos então: como os Engenheiros tratam esta questão? Em vez da relação entre a força e a alongação, procura-se a relação (força por área da secção reta da amostra) x (alongação pelo comprimento inicial). Ou, o que dá no mesmo, procura-se a relação entre a tensão  $\sigma$  (força / área) e a deformação  $\varepsilon$  ( $\Delta x/x$ ). Esta relação (“equação 4”) materializa-se no módulo de elasticidade  $E$ . (a “figura 5” representa um destes gráficos de tensão x deformação para uma amostra de aço.)

$$\sigma = E\varepsilon \quad (4)$$

Mas, qual é afinal a grande vantagem desta representação? Corpos de prova de comprimentos diferentes e (ou) diâmetros diferentes levarão todos ao mesmo módulo de elasticidade  $E$ . Ou seja, o módulo de elasticidade é uma propriedade do material, e não é afetado pelas suas dimensões. É um parâmetro de projeto importantíssimo para os engenheiros. Com uma pitada de bom humor, dizemos que essa é a lei de Hooke dos Engenheiros.

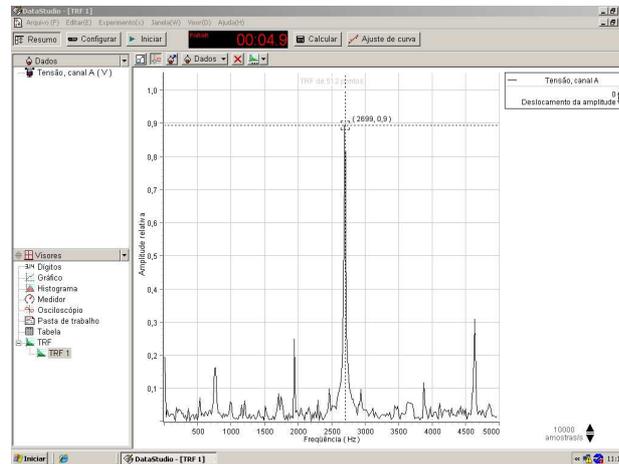


Figura 4.a - Harmônicos obtidos a partir da seqüência de pulsos longitudinais refletidos.

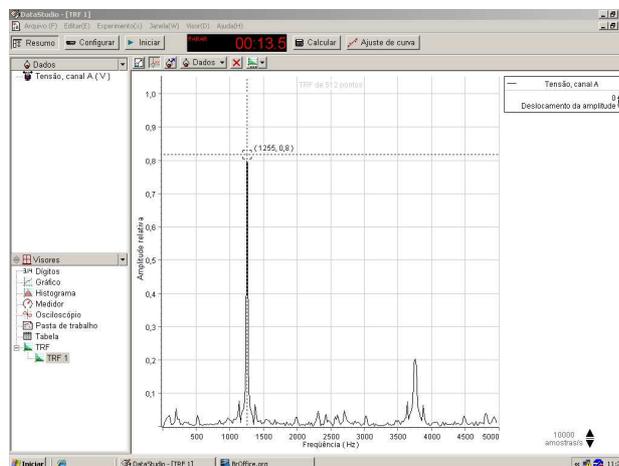


Figura 4.b - Harmônicos obtidos a partir de uma seqüência de pulsos transversais (obtidos percutindo o centro da barra com o cabo do martelo).

É claro que há muito mais. Por exemplo, a região linear do gráfico da “figura 5” é a chamada “região elástica”. Deformações dentro desta região são completamente reversíveis. O sólido alonga-se sob o efeito de tração como se fosse uma mola, quer dizer, cessada a força, ele retoma suas dimensões iniciais. Se o corpo sofrer deformações que vão além da região linear, ele não mais retorna à posição original. Diz-se que ocorreu uma deformação plástica. Outro cuidado a tomar é o de que a área não é constante durante o ensaio, ela diminui na medida em que o corpo sofre uma elongação (“estricção”). É por isso que os dados numéricos que geraram o gráfico da “figura 5” foram corrigidos.

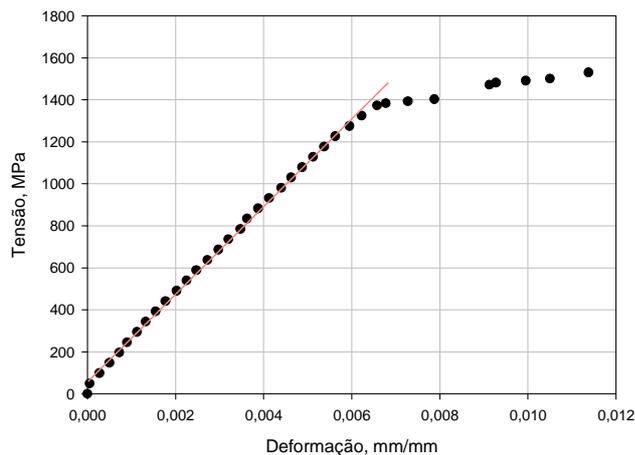


Figura 5.- Curva tensão deformação de um corpo de prova extraído da barra das figuras 2 e 3. A inclinação obtida na região linear da curva (região elástica, linha vermelha) leva a um módulo de elasticidade de  $2,08 \times 10^5$  MPa.

## 2.2 Resultados obtidos

São relatados a seguir os resultados numéricos do módulo de elasticidade, obtidos pelo processo acústico acima descrito, e em seguida os dados obtidos a partir do ensaio de tração.

Método acústico: A barra da figura 2 possui um comprimento  $l = (964 \pm 1)$  mm, e gerou no ensaio realizado uma frequência  $f = (2699 \pm 5)$  Hz. Como descrito mais acima, esta medida da frequência foi realizada de duas maneiras: afinando a frequência da barra com a frequência, esta última ajustável, de um gerador de áudio, e através do processamento do sinal sonoro por uma interface. Em ambos os casos o resultado da medição foi o mesmo, dentro da incerteza estimada. Estes valores levam a uma velocidade, calculada pela expressão 3, de  $(5186 \pm 15)$  m/s.

Com a ajuda da expressão 2-b chegamos então ao módulo de elasticidade  $E$ . A amostra de aço 4340 teve sua densidade  $\rho$  calculada a partir da medida de suas dimensões e de sua massa, o que levou a um valor de  $(7900 \pm 50)$  kg/m<sup>3</sup>. O módulo de elasticidade obtido foi de  $E = (2,12 \pm 0,06) \times 10^5$  MPa. Um acompanhamento cuidadoso da propagação da incerteza mostra que a incerteza na velocidade é predominante neste cálculo. Como a medida da velocidade é bastante acurada é de se esperar que o valor calculado para  $E$  também o seja.

Método do ensaio de tração. Como o contexto deste trabalho é o de um curso introdutório de Física para Engenheiros, os estudantes apenas acompanharam a realização do ensaio por um técnico e tiveram acesso aos dados finais, já corrigidos. Os resultados numéricos (ver “figura 5”) foram retirados e corrigidos a partir do programa que acompanha a máquina de tração, e foram os seguintes:  $E = 2,079 \times 10^5$  MPa  $\pm 0,2\%$ , ou  $E = (2,079 \pm 0,004) \times 10^5$  MPa. A comparação dos dois resultados obtidos mostra que eles são iguais, dentro das incertezas consideradas.

## CONCLUSÕES

As duas técnicas apresentam resultados numéricos bastante consistentes. Entretanto, este não era o objetivo maior. Nosso foco eram os possíveis resultados do ponto de vista didático. O

primeiro deles diz respeito à motivação e ao interesse dos alunos. Não tentamos quantificá-lo, mas os elementos subjetivos são suficientemente eloquentes. O primeiro indicador foi o número de perguntas, bastante elevado. “Então, uma mola opera sempre dentro da região linear da curva?” “Dá para usar uma mola fora desta região? Por quê?” “E se eu cortar um anel da mola da suspensão do carro, o que acontece?” “Para que fazer ensaio de tração se dá para achar o módulo [de elasticidade] de um jeito bem mais simples?” (Outro aluno responde:) “Mas como vais saber onde é que o material arrebenta?” E assim por diante. (As transcrições das perguntas não são 100% fiéis, visto que estas foram anotadas de forma resumida na ocasião em que foram feitas).

Um segundo dividendo didático: a ampliação do universo conceitual dos alunos. Esta atividade despertou muitas indagações, além das listadas no parágrafo anterior, as quais são, digamos, mais técnicas. Outro grupo de perguntas, estas referentes à música e aos instrumentos musicais, incluindo a voz, surgiram durante esta atividade. Contribuiu para isso, além da presença entre os alunos de alguns músicos amadores, o fato de que o sensor de som e a interface capturam e processam com bastante fidelidade sons até a faixa 10 kHz. Em certo momento, para tentar explicar qualitativamente o que significavam os picos num espectrograma da voz humana, foi mostrada a TRF de um diapasão em lá, a qual consiste de um único pico em 440 Hz, e depois um diapasão em ré, 294 Hz, o qual também gera um único pico. Quando os dois diapasões são tocados simultaneamente, a interface do sistema mostra dois picos, cada um correspondendo à frequência de cada diapasão. Então, se o espectro da voz humana apresenta, digamos, 12 picos, ele poderia ser produzido (sintetizado) por meio de 12 diapasões com as frequências correspondentes, “tocados” todos simultaneamente com as intensidades corretas. Após esta explicação qualitativa, os estudantes interagem com bastante intensidade, demonstrando que o assunto desperta muito interesse.

Possibilidades e limites desta abordagem. Começamos com os limites: não se pretende, nesta abordagem, “ensinar” aos alunos todos os detalhes dos ensaios de tração. Para começar, há disciplinas específicas nos cursos de Engenharia que fazem isso, e de forma bem mais completa. O ponto então é: porque incluí-los nesta atividade? A idéia é, em primeiro lugar, prover uma primeira aproximação dos alunos com este tema. Em segundo lugar, mas não menos importante, vem o aspecto da associação entre as disciplinas básicas e as disciplinas específicas dos cursos de Engenharia. Sempre que esta ligação é feita, a motivação dos estudantes parece crescer, tanto para o lado da Física, quanto para o lado da Engenharia.

Outra restrição: o tempo previsto é em geral excedido, em função do grande número de questões. Claro que este aspecto deve ser levado em conta no planejamento das atividades de laboratório. Pensamos, entretanto, que o aumento da motivação dos estudantes compensa largamente este investimento adicional de tempo.

Muitos conhecimentos característicos da Engenharia podem ser entendidos em primeira aproximação como a transposição da Física à tecnologia. Mas esta transposição do conhecimento leva à necessidade de modificá-lo. Os objetos de conhecimento – o saber científico ou as práticas sociais – convertem-se em “objetos de ensino”, isto é, em conteúdo curricular. É preciso modificar o saber para que este se transforme em objeto de ensino “ensinável”, isto é, em condições de ser aprendido pelo aluno. Todo professor faz isso permanentemente, embora nem sempre o faça de forma eficaz. Segundo Chevallard, a transposição didática é entendida como um processo, no qual “ [...] um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O

*trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de Transposição Didática*". E é este em grande parte o objetivo deste trabalho: transformar em "objeto de ensino" o conhecimento científico ligados às propriedades mecânicas dos materiais. Mas esta transformação, segundo a acepção de Chevallard, deve consistir de um "conjunto de transformações". E porque não inicia-las logo, já nas disciplinas básicas?

Tentamos fazer da proposta pedagógica que é objeto deste trabalho uma articuladora de intenções educativas onde se definem as competências, os conteúdos, os recursos e os meios. A competência maior seria a de "enxergar" os eventos do mundo cotidiano a partir de uma perspectiva interdisciplinar. Uma mola de carro é um objeto da Física, mas também – e ao mesmo tempo - das Engenharias. A acústica da física e da música abarca grande parte dos conteúdos da Engenharia. Os recursos empregados neste trabalho foram pensados não como pertencentes a uma ou outra disciplina, e sim como meios para a ampliação de uma visão. E é este mesmo o objetivo maior da idéia de transposição didática: a proposta pedagógica deve idealmente entrar em ação por meio dela. As intenções educativas, as competências a serem desenvolvidas nortearão a escolha, tratamento, recorte, partição dos conteúdos que darão conta de tornar viável o que foi pactuado. É desta forma que pensamos ser possível dar sentido à profusão de questões que surgem ao longo de propostas mais abertas, como é a pretensão desta que aqui é exposta.

Para encerrar, cabe mencionar algumas possibilidades adicionais de exploração desta atividade. Uma delas diz respeito à geofísica dos terremotos (WONG, 1997). Assim como numa barra, as ondas longitudinais (ondas "p", na terminologia dos geólogos), geradas por um terremoto, são mais rápidas que as ondas transversais (ondas "s"). Por exemplo, (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2006, p. 151) a velocidade típica de uma onda p no solo é de 4,5 km/s, e a de uma onda s, 2,5 km/s. Se numa estação sismológica a onda s (mais lenta) é detectada 3 minutos depois da onda p, é fácil mostrar que o epicentro está a uma distância de aproximadamente 1000 km. (Seriam necessários dados de outras estações para determinar, além da distância, e direção exata deste).

Como foi mencionado acima, talvez valha à pena programar uma atividade ligada à acústica musical. O interesse dos estudantes seguramente será muito grande.

## **BIBLIOGRAFIA**

CATELLI, F. ; KOLTZ, Alex Paulo . Constante Elástica de uma Mola Submetida ao Próprio Peso. **A Física na Escola**, v. 9, p. 33-36, 2008.

CATELLI, F. **Física Experimental II**. 2. ed. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985. v. 1. 172 p.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Editora Aique, Argentina, 1991.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, c2006. Volume 2.

LAPP, David. Harmonics in an aluminum rod. **The Physics Teacher**, v. 35, maio de 1997, p. 314 – 315.

PASCO Scientific (<http://www.pasco.com/physuniv/waves-and-sound/index.cfm>).

WONG, Ronald D. Vibrating rods and more. **The Physics Teacher**, v. 35, outubro de 1997, p. 387 – 388.

YOUNG, Hugh e Roger FREEDMAN. **Física: Termodinâmica e Ondas** – volume 2. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

Bibliografia adicional (não referida no texto)

PINHO ALVES, J. **Regras da Transposição Didática aplicada ao Laboratório Didático**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17. nº 2. Agosto 2000. p. 174-188.

GRILLO, M. et all. Conhecimento escolar e transposição didática: o posicionamento de professores. In: FERNANDES, C. M. B. e GRILLO, M. (orgs.). **Ensino Superior: travessias e atravessamentos**. Canoas, ULBRA, 2001.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2002.

### **THE UNIVERSE OF ENRICHED ENVIRONMENTS OF ENGINEERING PHYSICS OF LEARNING INTRODUCTORY - MEASURE ACOUSTICS IN THE MODULUS OF ELASTICITY OF STEE.**

**Abstract:** *This work treats a common theme in the basic physics - waves in elastic media – and enriched it with a typical application of Engineering. The starting point is a physical model of a unidimensional wave, which is useful in understanding the basic concepts involved in predicting the velocity of a pulse on a metal rod. This is implemented in a context typical of Engineering; the perception, typically of a physical approach is enriched with considerations from the science of materials (modulus of elasticity, etc.). The results indicate a large participation of the students, in view of the interest that aroused the theme.*

**Keywords:** *elastic constant, model, modulus of elasticity, elastic pulses in solid media, didactic transposition.*