A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

LEGEA LUI HOOKE ÎNTR-O ABORDARE PLURIDISCIPLINARĂ

Mihaela TITTES-GHERMAN

HOOKE'S LAW IN A MULTIDISCIPLINARY APPROACH

This paper presents the Hooke's law treatment from a multidisciplinary perspective. This approach requires owners of competence in these areas: Informatics, Technical Drawing, Mechanics and Physics. Multidisciplinary study refers to an object in one and the same discipline by means of several disciplines at once.

Keywords: transdisciplinarity, interdisciplinary, multidisciplinary, metacognitive skills, key skills, erosive agent, transgression, deforming force, tension (unit effort)
Cuvinte cheie: transdisciplinaritate, interdisciplinaritate, pluridisciplinaritate, competențe metacognitive, competentele cheie, agent eroziv, transgresiune, forță deformatoare, tensiune (efort unitar)

1. Introducere

Transdisciplinaritatea reprezintă ceea ce se află în acelaşi timp între discipline, înăuntrul diverselor discipline şi dincolo de orice disciplină. Finalitatea sa este înțelegerea lumii prezente, unul din imperativele sale fiind unitatea cunoaşterii.

Apărut acum trei decenii aproape simultan în lucrările unor cercetători atât de diferiți precum Jean Piaget, Edgar Morin, Eric Jantsch şi mulți alții, acest termen a fost inventat în epocă pentru a exprima nevoia unei transgresiuni a frontierelor dintre discipline, mai ales în domeniul învățământului, nevoia depăşirii pluri- şi interdisciplinarității.

Pluridisciplinaritatea se referă la studierea unui obiect dintr-una şi aceeaşi disciplină prin intermediul mai multor discipline deodată. De exemplu, un tablou de Giotto poate fi studiat din perspectiva istoriei artei, intersectată cu aceea a fizicii, chimiei, istoriei religiilor, istoriei Europei şi geometriei.

Interdisciplinaritatea are o altă ambiție, diferită de aceea a pluridisciplinarității. Ea se referă la transferul metodelor dintr-o disciplină într-alta. Se pot distinge trei grade de interdisciplinaritate:

a) *un grad aplicativ*. De pildă, metodele fizicii nucleare transferate în medicină duc la apariția unor noi tratamente;
b) *un grad epistemologic*. De exemplu, transferul metodelor logicii formale în domeniul dreptului generează analize în epistemologia dreptului;
c) *un grad generator de noi discipline*. De exemplu, transferul metodelor matematicii în domeniul fizicii a generat fizica matematică, al metodelor din fizica particulelor în astrofizica a dat naştere cosmologiei cuantice.

Se poate observa că din cele trei paradigme explicate în lucrarea Transdisciplinaritatea - (manifest), a lui Basarab Nicolescu, realizarea unui soft educațional cu tema LEGEA lui HOOKE utilizează în mod pregnant metodele PLURIDISCIPLINARITĂȚII.

2. Direcții de abordare pluridisciplinară a legii lui Hooke

Legea lui Hooke este o temă care în prezent se studiază în ciclul inferior al liceului la Fizică în clasa a IX-a şi la Organe de maşini în clasa a X-a, domeniul de pregătire de bază Mecanică, filiera tehnologică.

Competențele cheie legate de această temă, se regăsesc în mai multe discipline (tabelul 1, Competențe cheie), Fizică, Organe de maşini, Desen tehnic industrial şi Tehnologia informației şi comunicării.

În final, aplicarea acestor competențe din mai multe discipline se materializeză într-un soft care poate fi aplicat cu succes atât la predarea lecției în cadrul orei de fizică, cât şi în cadrul orei de organe de maşini.

Grafica este bazată pe cunoştințele (competențele) dobândite la Desen tehnic. Editarea necesită cunoştințe serioase de TIC. Animațiile şi operațiile specifice necesită cunoştințe serioase de operare în câteva programe cum ar fi *Windows Movie Maker, Aligator Flash* şi *EduIntegrator* platformă pusă la dispoziție de Firma SIVECO. Cu siguranță că un asemenea demers necesită o implicare profundă a

cadrului didactic ce trebuie să aibă o viziune de ansamblu a întregului proiect şi totodată să posede însuşiri specifice lucrului în echipă cu alte cadre didactice şi/sau cu elevii.

Tabelul 1

1. Fizică Clasa a IX-a	**2. Organe de maşini** Clasa a X-a	**3. Desen tehnic industrial** Clasa a X-a	**4.Tehnologia informației şi comunicării** Clasa a X-a
1.1. Evidențierea experimentală a dependenței alungirii corpurilor de forța deformatoare în domeniul elastic	2. 1. Identificarea forțelor care solicită corpurile	3.1. Utilizarea regulilor de reprezentare a vederilor şi secțiunilor	4.1. Aplicarea operațiilor elementare şi a conceptelor de bază ale aplicației Excel
1.2. Identificarea forței care tinde să readucă corpul în starea nedeformată ca fiind forța elastică	2.2. Precizarea relației dintre tensiuni şi deformații	3.2. Respectarea regulilor de reprezentare şi cotare a desenelor tehnice	4.2. Utilizarea formulelor şi a funcțiilor
1.3. Interpretarea diagramei dependenței tensiunii de alungirea relativă pentru diferite materiale	2.3. Efectuarea de calcule cu grad mediu de dificultate pentru o sarcină dată	3.3. Reprezen-tarea în vedere a unor repere simple	4.3. Utilizarea unor tehnici şi procedee de realizare de grafice şi diagrame

Sursa: Programe şcolare în vigoare

3. Model de abordare transdisciplinară a legii lui Hooke

Adoptarea pluridiscipinarității ca principiu de organizare a conținutului acestei teme presupune dezvoltarea unor competențe care să faciliteze transferul cunoştințelor şi a capacităților de la o disciplină la alta, de la un an şcolar la altul şi care să contribuie la formarea unei persoane capabile să satisfacă cerințele unei societăți a cunoaşterii.

Modelul prezentat propune parcurgerea a patru momente prin care se urmăreşte formarea unor competențe transdisciplinare. Acestea nu pot fi clasificate în funcție de conținuturile unei discipline, la fel cum se întâmplă în cazul celor monodisciplinare. Competențele transdisciplinare se pot clasifica astfel în:

■ competențe generale – metodologice:
- observarea
- experimentarea
- reprezentarea grafică
- interpretarea datelor sau a unui text etc.

■ competențe metacognitive:
- estimarea gradului de dificultate a sarcinii de lucru
- planificarea strategică
- evaluarea rezultatelor
- monitorizarea comportamentală
- tehnici personale de învățare

■ atitudine pozitivă, motivantă:
- realism
- interes pentru învățare
- toleranță pentru informații contradictorii
- atitudine pozitivă față de performanțele personale

■ abilități pragmatice:
- inițiativă personală
- capacitate de concentrare
- orientarea acțiunilor pentru rezolvarea sarcinilor de lucru
- deprinderi de muncă în grup

Momentul 1 - Deformări elastice

Deformările corpurilor sub acțiunea forțelor externe pot fi elastice (corpurile revin la forma inițială după înlăturarea forței) sau plastice (corpurile nu revin la forma inițială după înlăturarea forței).

Pentru a evidenția aceste deformări este prezentată o situație reală prin intermediul unei animații, care prezintă două personaje care fac bungee – jumping (figura 1), coarda se deformează elastic, apoi la mărirea excesivă a forței, se rupe. Elevii deja familiarizați cu noțiunile de bază, pot studia cazul unui fir elastic de lungime inițială l_0 şi aria secțiunii transversale S_0, în stare nedeformată, care, supus întinderii de către o forță deformatoare F, se lungeşte.

Lungimea firului în stare deformată devine l (figura 2).

Mărimea Δl se numeşte lungire absolută.

$$\Delta l = l - l_0 \qquad (1)$$

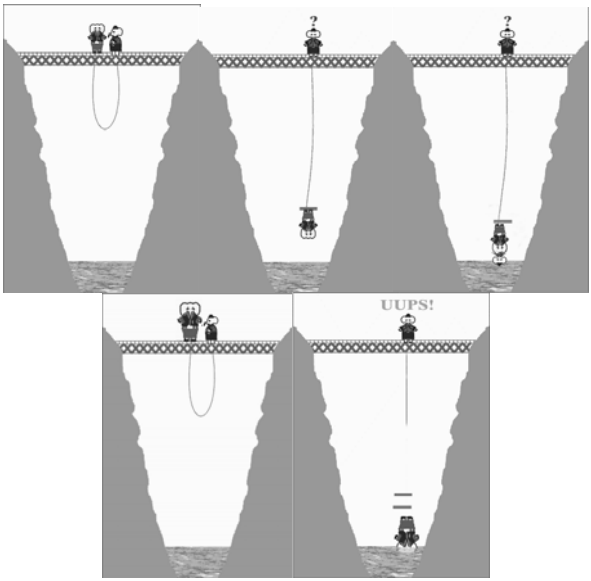

Fig. 1 Deformările corpurilor

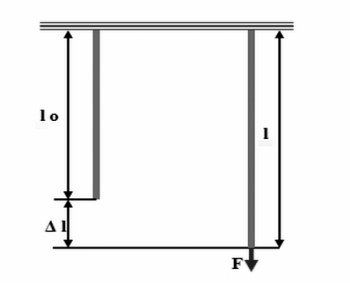

Fig. 2 Alungirea unui fir elastic

Elevii observă, analizează figura 2, o compară cu animația prezentată în figura 1 şi formulează relația de calcul pentru lungirea absolută.

Momentul 2 – Experiment virtual

Experimental se constată că lungirea absolută Δl a firului elastic este:

1. direct proporțională cu forța deformatoare F (figura 3, c);

$$\Delta l \propto F$$

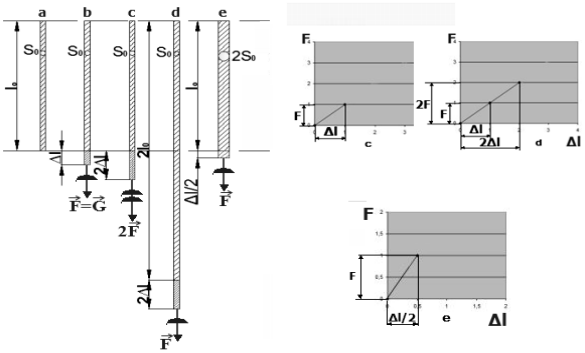

Fig. 3 Lungirea absolută determinată experimental

2. direct proporțională cu cu lungimea l_0 a firului, în stare nedeformată (figura 3, d);

$$\Delta l \propto l_0$$

3. invers proporțională cu aria S_0 a secțiunii transversale în stare nedeformată (figura 3, e);

$$\Delta l \propto \frac{1}{S_0}$$

Reunind cele trei proporționalități, avem pentru lungire:

$$\Delta l \propto \frac{Fl_0}{S_0} \qquad (2)$$

Elevii interpretează datele obținute în urma experimentului, care poate fi realizat virtual cu ajutorul unui softului educațional. Trasează diagramele corespunzătoare cu ajutorul unui editor de calcul tabelar (Microsoft Excel).

Momentul 3 – Legea lui Hooke

Relația de proporționalitate nu ține cont de natura materialului din care este confecționat firul elastic.

Constanta de elasticitate E, numită modulul de elasticitate longitudinal (sau modulul lui Young), elimină neajunsul legat de natura materialului şi astfel relația (2) devine:

$$\Delta l = \frac{Fl_0}{ES_0} \qquad (3)$$

$$E = \left[\frac{N}{m^2}\right]_{SI}$$

Deci lungirile relative sunt proporționale cu tensiunile pentru un material dat.

Utilizând relațiile:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \qquad \textit{şi} \qquad \sigma = \frac{F}{S_0}$$

atunci legea Hooke poate fi scrisă sub forma:

$$\sigma = E\varepsilon \tag{4}$$

Unde*:* $\sigma = \left[\frac{N}{m^2}\right]_{SI}$

Legea lui Hooke se aplică doar deformărilor elastice ale corpurilor. Elevii vor fi capabili sa formuleze legea lui Hooke şi să utilizeze informațiile obținute în scopul rezolvării unor probleme. În animația prezentată vor analiza intervalul în care este valabilă legea lui Hooke, respectiv până când coarda pentru bungee-jumping se deformează plastic şi apoi se rupe.

Momentul 4 – Relația între tensiuni şi deformații specifice

Se ia o epruvetă din oțel moale şi asupra ei se aplică o forță de întindere ce acționează lent. Această încercare se poate realiza în laborator cu maşina de încercat, sau virtual cu ajutorul unor softuri specializate. Elevii analizează curba caracteristică a oțelului moale şi interpretează zonele acesteia. De asemenea vor face din nou legătura cu animația prezentată în figura 1, vor dezbate pe tema ruperii corzii, a cauzelor posibile (forță, material, dimensiuni etc).

Curba caracteristică este liniară, tensiunile fiind proporționale cu deformațiile specifice, lucru exprimat prin relația:

$\sigma = E\varepsilon$ **(LEGEA LUI HOOKE**)

unde σ - tensiune (efort unitar) normală, măsurată în SI în N/m^2 (Pa)

E - modul de elasticitate longitudinal, măsurat în SI în N/m^2 (Pa)

ε - deformația specifică (alungirea), mărime adimensională.

Domeniul de elasticitate. În această zonă materialul se deformează elastic. Limita maximă se notează cu σ_e - limita elastică.

Zona de curgere. Valoarea maximă a tensiunii în acestă zonă se notează cu σ_c - limită de curgere.

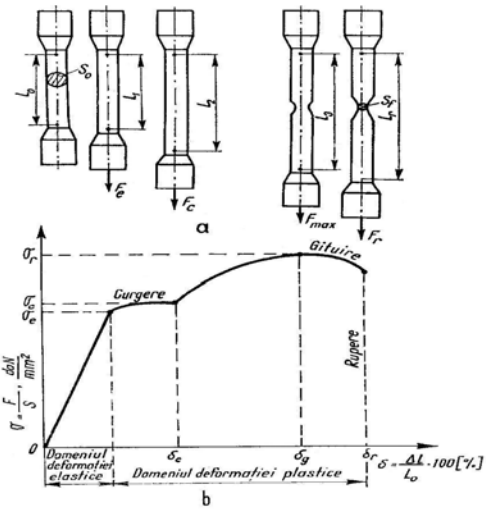

Fig. 4 Curba caracteristică a oțelului moale

Concluzii

Prin acest mod de abordare a temei prezentate, am urmărit dezvoltarea unor competențe pluridisciplinare, legea lui Hooke fiind studiată din perspectiva disciplinelor Fizică şi Organe de maşini cu ajutorul unor deprinderi formate în cadrul disciplinelor: Desen tehnic industrial şi Tehnologia informației şi comunicării.

BIBLIOGRAFIE

[1] Basarab, N., *Transdisciplinaritatea (manifest)* - traducere din franceză de Horia Vasilescu, Editura Poliron, Iaşi, 1999.
[2] Dobrotă, V., ş.a., *Organe de maşini şi mecanisme*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1993.
[3] Husein, Gh., ş.a., *Desen tehnic de specialitate*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1966.
[4] Țenescu, L., Bănică, I., Stroe, S., *Mecanică aplicată – manual pentru clasa a X-a*, Editura Sigma, Bucureşti, 2005.

Ing. Mihaela, TITTES-GHERMAN
profesor, Grupul Şcolar de Industrie Uşoară Sighişoara, membru AGIR
e-mail: mihaela_tittes@yahoo.com