

ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE  
FACULTATEA DE CIBERNETICĂ, STATISTICĂ ȘI INFORMATICĂ  
ECONOMICĂ

*Utilizarea Teoriei Jocurilor și a învățării bazată pe  
competiție în scopul stimulării motivației și  
performanței elevilor*

**Proiect la disciplina Teoria Jocurilor**

**COORDONATOR ȘTIINȚIFIC:**

Prof. Univ. Dr. Mihai Roman

**STUDENT:**

Barangă Victor

BUCUREȘTI

## Introducere

Această lucrare prezintă un cadru pentru utilizarea turneelor de teorie a jocurilor ca bază pentru implementarea învățării pe bază de competiție (CnBL), împreună cu alte tehnici de învățare clasică, pentru a motiva elevii și a le spori performanța de învățare. Lucrarea prezintă, de asemenea, o descriere a activităților desfășurate de-a lungul ultimilor zece ani de cursuri, unde, în cinci dintre ei, a fost utilizată învățarea pe bază de competiție. În cele din urmă, experiența câștigată este descrisă împreună cu o analiză a feedback-ului obținut din sondajele studenților. Rezultatele sondajelor bune, și similitudinea lor de-a lungul anilor, sugerează că această combinație dintre teoria jocurilor și folosirea competițiilor prietenoase oferă o puternică motivația studenților; contribuind la creșterea performanței acestora.

Folosirea jocurilor pentru a promova învățarea a fost folosită în trecut pentru a capta interesul studenților, deoarece cu toții învățăm mai bine atunci când suntem motivați (*Bergin & Reilly, 2005*). Majoritatea studenților prezintă un contact apropiat cu jocurile video înaintea începerii educației în domeniul tehnologiei informației și un set adecvat de jocuri pe calculator îi pot atrage și îi pot motiva să afle mai multe despre computere și, în special, despre programare. Jocurile pe calculator, ca și instrumente educaționale, au de asemenea un factor motivațional intrinsec care încurajează curiozitatea (*Kumar, 2000*) și creează elevilor impresia că sunt sub controlul propriei activități de învățare.

Jocul bazat pe învățare (GBL) poate fi combinat cu metodologii de învățare similare Învățării bazată pe colaborare (CBL) (*Slavin, 1980*), Învățarea bazată pe probleme (PBL) (*Hmelo Silver, 2004; Hmelo-Silver & Barrows, 2006; Merrill, 2007*) și Învățarea bazată pe proiecte (PjBL) (*Barrows & Tamblyn, 1980; Boss, S. și Krauss, J. 2007*). Toate aceste abordări de învățare sunt descrise în continuare.

Metoda de învățare bazată pe colaborare (CBL) se concentrează asupra activităților care maximizează colaborarea dintre studenți, fie în cupluri sau în grupuri mici, pentru a-și îmbunătăți activitățile de învățare și rezultatele. Ideea este de a spori schimbul de informații și de cunoștințe între studenți pentru a le motiva propria lor învățare și o întărire comună.

Învățarea bazată pe probleme (PBL) este o strategie de instruire centrată pe elev, în care elevii să soluționeze în mod coerent problemele și să reflecteze asupra experiențelor lor. În PBL, învățarea este condusă de furnizarea problemelor de tip deschis, în care studenții lucrează de obicei

în grupuri mici de colaborare și sunt încurajați să își asume responsabilitatea pentru organizarea grupului lor și să gestioneze procesul de învățare cu sprijin specific de la un tutore sau instructor care să ia rolul de facilitator al învățării.

Învățarea bazată pe proiecte (PjBL) oferă sarcini complexe bazate pe întrebări sau probleme care implică rezolvarea problemelor studenților, luarea deciziilor, aptitudinile de investigare și reflecția care, de asemenea sunt susținute și de un tutore care oferă facilități. Diferența dintre PBL și PjBL este că în cazul primei (PBL), profesorul specifică sarcina care trebuie efectuată la un nivel de granularitate de bază, în timp ce, în cazul PjBL, profesorul precizează o sarcină mai mare și permite studenților să organizeze divizia de sub-sarcini. Anterior, experiența în domeniul medicinei a subliniat utilitatea acestor abordări (*Schmidt, 1983; Carlile și colab., 1998; Morrison, 2004*).

Ideea lucrării de față este de a combina toate aceste abordări de învățare cu teoria jocurilor. Teoria jocurilor (Binmore, 1994) oferă instrumente matematice utile pentru a înțelege strategiile posibile pe care indivizii egoiști le pot urma atunci când concurează sau colaborează în jocuri. Contextul jocurilor de cooperare și evoluția cooperării a fost extensiv studiat în domeniul biologic, social și contexte ecologice, care caută cadre teoretice generale cum ar fi Dilema prizonierului (PD) (*Axelrod, 1984*). În lucrarea sa semnalată, Axelrod a introdus un turneu printre jucători, pentru a obține o strategie câștigătoare, care a generat rezultate științifice foarte interesante și un mare interes pentru întreaga comunitate științifică. Principala contribuție a acestei lucrări este utilizarea turneelor de teorie a jocurilor pentru a susține Concurența bazată pe învățare (CnBL). CnBL este o metodologie în care învățarea este realizată printr-o concurență, dar rezultatul învățării este independent de scorul studentului în astfel de competiții; în timp ce Învățarea bazată pe competiție sau Programarea competitivă implică faptul că învățarea depinde de rezultatul competiției însăși (*Johnson & Johnson, 1985*).

CnBL poate fi ușor combinat cu alte metodologii de învățare, precum CBL, PBL sau PjBL și, pe de altă parte, susțin turnee în rândul grupurilor de studenți, utilizate pentru a motiva studenții și a ajuta la îmbunătățirea performanțelor acestora.

Restul lucrării este organizată după cum urmează:

- Secțiunea 2 oferă o revizuire istorică de bază a Teoriei Jocurilor;
- Secțiunea 3 descrie informațiile de bază și profilul elevilor pentru cursul în care acțiunea a fost efectuată;

- Secțiunea 4 prezintă abordarea Teoriei Jocurilor pentru învățarea bazată pe competiție; Secțiunea 5 prezintă activitățile de învățare efectuate în ultimii zece ani;
- Secțiunea 6 discută aplicabilitatea abordării CnBL;
- În cele din urmă, secțiunea 7 trage concluziile finale.

## SECȚIUNEA 2 – Introducere în Teoria Jocurilor

Teoria jocurilor (Binmore, 1994) oferă instrumente matematice utile pentru a înțelege posibilele strategii pe care indivizii le pot urma atunci când concurează sau colaborează în jocuri. Această ramură de matematică aplicată este folosită în zilele noastre în științele sociale (în special în economie), biologie, inginerie, știință politică, relații internaționale, informatică și filosofie. Inițial, a fost dezvoltată pentru a analiza competițiile în care un individ se simte mai bine la pierderea altuia: jocuri cu sumă zero (*Morgenstern și von Neumann, 1947*). Din acel moment, aplicațiile tradiționale ale Teoriei Jocurilor încearcă să găsească un echilibru în aceste jocuri. În orice echilibru fiecare jucător adoptă o strategie pe care este puțin probabil să o schimbe.

De-a lungul timpului, s-au dezvoltat mai multe concepte de echilibru, printre care găsim celebrul echilibru Nash (*Nash, J. 1950*). Teoria jocurilor a fost dezvoltată extensiv în anii 1950 de către mulți cercetători și a fost ulterior în mod explicit aplicată biologiei din anii 1970 (*Maynard Smith, 1982*), deși evoluții similare se întorc cel puțin până în anii 1930 (*Fisher, 1930*).

Conceptul evoluției cooperării a fost cu succes studiat utilizând cadre precum Dilema Prizonierului (PD) (Axelrod, 1984). Axelrod a aratat că, într-o societate formată din indivizi cu motivații egoiste, cooperarea poate izbuti.

### 2.1. Dilema Prizonierului

În forma sa clasică, Dilema Prizonierului (PD) este prezentată în continuare și descrisă în tabelul 1. Doi suspecți sunt arestați de poliție. Poliția nu are dovezi suficiente pentru o condamnare și, separând ambii deținuți, îi vizitează pe fiecare dintre aceștia, propunându-le aceleași lucruri. Dacă unul mărturisește împotriva celuilalt, iar cel din urmă rămâne tăcut, trădătorul se eliberează și complicele tăcut primește o sentință completă de 10 ani. Dacă ambii rămân tăcuți, ambii deținuți

sunt condamnați la doar șase luni de închisoare pentru o taxă minoră. Dacă fiecare îl trădează pe celălalt, fiecare primește o sentință de cinci ani. Deținuții trebuie să aleagă între a-l trăda pe celălalt, sau a rămâne tăcut (cooperare). Fiecare dintre ei este sigur că celălalt nu ar ști despre eventuala trădare înainte de încheierea investigației. Cum ar trebui să acționeze prizonierii?

	<b>Player B stays silent (cooperate)</b>	<b>Player B betrays (defect)</b>
<b>Player A stays silent (cooperate)</b>	Each serves 6 months	Prisoner A: 10 years Prisoner B: goes free
<b>Player A betrays (defect)</b>	Prisoner A: goes free Prisoner B: 10 years	Each serves 5 years

Table 1: Prisoner's dilemma classical matrix

Deși aceasta este versiunea clasică a jocului PD, în prezent este mai populară forma generalizată a jocului, utilizată frecvent în economie experimentală.

Jocul sună astfel: sunt doi jucători și un bancher. Fiecare jucător deține un set de două cărți, unul imprimat cu cuvântul "Cooperare", celălalt tipărit "Defect" (terminologia standard pentru joc). Fiecare jucător pune o carte cu fața în jos în față bancherului. Punându-le cu fața în jos, posibilitatea ca un jucător să cunoască alegerea celuilalt este eliminată încă de la începutul jocului. La sfârșitul rândului, bancherul întoarce ambele cărți și dă plățile în consecință. Tabelul 2 furnizează matricea de plată pentru acest joc, unde în fiecare celulă, primul număr este pentru jucătorul A și al doilea număr pentru jucătorul B.

	<b>Player B Cooperate (C)</b>	<b>Player B Defect (D)</b>
<b>Player A Cooperate (C)</b>	3, 3	0, 5
<b>Player A Defect (D)</b>	5, 0	1, 1

Table 2: A classical prisoner's dilemma payoff matrix. In every cell, the left number refers to player A and the second to player B.

Relațiile dintre numerele din matricea de plată sunt simbolizate în tabelul 3, unde T simbolizează tentația de a trăda (Defect), R pentru recompensa pentru cooperare reciprocă, P pentru pedeapsa pentru trădare reciprocă și S pentru plata nulă. În funcție de relațiile dintre diferitele plăți

(R, T, S și P), putem avea  $4! = 24$  tipuri diferite de jocuri, dar, pentru a fi definite drept probleme de tipul Dilemei Prizonierului, următoarele inegalități trebuie respectate:

- $T > R > P > S$  – această condiție asigură faptul că trădarea întotdeauna plătește mai mult, dar cooperarea reciprocă bate trădarea reciprocă.
- $2R > T + S$  - în plus față de condiția anterioară, dacă partida este jucată în mod repetat de doi jucători, următoarea condiție trebuie adăugată, pentru a se asigura că, alternând variantele, nu se plătește destul.

### **SECȚIUNEA 3 – Elementele de bază ale cursului și profilul studenților**

Abordarea de învățare bazată pe concurs folosind Teoria Jocurilor și datele experimentale discutate în cadrul acestei lucrări au fost efectuată de-a lungul ultimilor zece ani în cadrul cursului intitulat “Paradigmele programării”, care este un curs opțional pentru studenții de licență în Ingineria Telecomunicațiilor la Școala de Inginerie în Telecomunicații din cadrul Universității din Vigo.

Programa de curs este, în principal, structurată în trei părți:

- 1) Prima parte prezintă istoria diferitelor paradigme de programare și descrie următoarele: programare procedurală, programare modulară, programare bazată pe obiecte, programare orientată pe obiecte, programare logică și programare funcțională;
- 2) Partea a doua, mai extinsă, este dedicată programării avansate pe Internet folosind Java. Această parte include utilizarea Threads, Exceptions, Applets, Servlets, Serialization, design grafic, pachete, interfețe etc.;
- 3) Ultima parte este dedicată programării funcționale și exemplificată cu ajutorul limbajului Caml Light.

Cursul este organizat în 15 ore pentru prelegeri teoretice (25% din volumul de muncă), 30 de ore dedicate practicii și muncii personale (50% din volumul de muncă), 10 ore pentru îndrumare și discuții (15% din volumul de muncă) și aproximativ 5 ore de utilizare a instrumentelor de e-learning în campusul virtual (10% din volumul de muncă).

În medie, studenții au vârsta de 20 de ani și au luat deja cursuri de programare de bază, arhitecturi de calculatoare, inginerie software și sisteme de operare. Unii dintre ei au urmat și cursuri pe sisteme în timp real, sisteme distribuite și rețele de calculatoare.

Pentru a rezuma, un elev tipic poate fi caracterizat după cum urmează:

- Vor să afle mai multe despre programarea avansată pentru Internet în Java;
- Vor să-și îmbunătățească competențele în alte paradigme de programare care nu sunt văzute anterior, programare în principal logică și funcțională;
- Vor să urmeze o abordare diferită în clasele de programare, care se referă la învățarea bazată pe competiție, descrisă în această lucrare.

Cursul a fost oferit pentru prima dată pe parcursul anilor 1996/1997, iar autorul a fost responsabilul cursului de atunci, însă datele prezentate în această lucrare reflectă doar ultimii zece ani (1999-2009), unde abordarea bazată pe competiție a fost aplicată în cinci dintre aceștia.

## **SECȚIUNEA 4 – Ajutorul oferit de Teoria Jocurilor în cadrul învățării pe bază de competiție**

Această secțiune descrie metodologia practică folosită pentru munca de laborator care a fost aplicată în cadrul cursului. Lucrarea de laborator se concentrează pe două lucrări practice: una pentru programarea pe Internet în Java și cealaltă pentru programarea funcțională în Caml-Light. Prima este de trei ori mai lungă (în timp) decât cea din urmă, fiind cea aleasă în vederea aplicării conceptelor referitoare la Teoria Jocurilor.

### **4.1. Descrierea lucrării de laborator**

Primul lucru realizat la începutul părții practice a cursului, este de a împărți întregul grup de studenții în grupuri de câte doi, care ar trebui să lucreze în cadrul unei abordări CBL între ei. Elevii din grupurile astfel create se vor menține împreună până la sfârșitul cursului și fiecare grup va împărți nota obținută pentru munca de laborator.

Lucrarea de laborator se poate face la laborator sau la domiciliu folosind mediile: Eclipse, Netbeans sau instrumente de bază incluse în J2EE. Nu există restricții cu privire la locul și momentul în care elevii lucrează la laborator (urmând o schemă PjBL). Cu toate acestea, avem o foaie de parcurs generală cu repere și în fiecare săptămână; de asemenea, se furnizează la laborator o descriere a sarcinii recomandate la fiecare etapă (PBL). Aceste informații sunt de asemenea disponibile la site-ul cursului în campusul virtual și permite urmărirea unui PBL orientat spre terminarea cursului, oferind orientare pentru elevii pierduți.

La începutul cursului, oferim mai multe documente pentru a specifica sarcinile și pentru a descrie unele subiecte legate de munca care trebuie făcută. În principiu, oferim:

- o descriere generală a activității care trebuie realizată și o specificare a cerințelor instrumentului final care implementează un anumit joc. Fiecare grup trebuie să își prezinte munca, instrumentul de joc și un set de "jucători" inteligenți "de software pentru a juca un astfel de joc, înainte de un anumit termen;

- Un set de documente scurte care introduc concepte ce trebuie aplicate în munca de laborator: o introducere la

Teoria jocurilor, o introducere în tehnicile de joc, o introducere în tehnicile de învățare de Machine Learning (subiecte selectate de inteligența artificială), o introducere către tehnici statistice, etc.

- Un program executiv final și real (fără codul sursă) pentru a le permite să vadă modul în care instrumentul și jucătorii lucrează. Acest instrument de referință este de asemenea util, atât pentru elevi, cât și pentru profesori, pentru a testa interoperabilitatea dintre instrumentul principal, dezvoltat de către profesor, împreună cu jucătorii creați de studenți și invers, adică; instrumentul principal dezvoltat de studenți cu jucători de bază creați de profesor.

- Un set de fișiere java care să fie utilizate ca șabloane și / sau fișiere API pentru a fi extinse. Tabelul 4 prezintă un exemplu de fișier Player.java, unde un jucător obișnuit este definit ca fiind ulterior moștenit și rescris de către studenți.

## SECȚIUNEA 5 – Rezultatele obținute

În această secțiune vom descrie rezultatele obținute după aplicarea abordării bazate pe competiție ce a fost descrisă în secțiunea anterioară. Această abordare a fost efectuată de-a lungul a cinci cursuri în ultimii zece ani (2000-2009) și aici putem vedea feedback-ul, datele și graficele statistice pentru acei ani, împreună cu unele opinii din anchetele realizate de studenți în ultimele trei cursuri în care abordarea bazată pe competiție a fost realizată.

### 5.1. Jocul Matricei (Curs anul 2005)

În acest curs, am dezvoltat un joc cu o matrice de câștiguri de 5 x 5 acțiuni în loc de clasică 2 x 2. Inițial, matricea de câștiguri nu este cunoscută de ambii jucători iar aceștia iau la cunoștință câștigurile de-a lungul jocului. La începutul fiecărui joc, jucătorul A alege una dintre acțiunile sale



(0, 1, 2, 3, 4) și același lucru este făcut de jucătorul B. Apoi, programul principal continuă să informeze fiecare jucător despre plata obținută de el și cea obținută adversarul său.

Considerând un număr de  $N$  jucători, turneul final constă într-un set format din  $(N \times (N-1)) / 2$  jocuri sau interacțiuni între doi jucători diferiți (adică grupuri de studenți) și fiecare joc între acești doi jucători este compus din 100 de runde (adică, un set de jocuri între 2 jucători). Valorile plăților au fost selectate aleatoriu între 0 și 9 unități.

Majoritatea algoritmilor prezentați de grupurile de studenți au două faze principale. O fază inițială și tranzitorie pentru explorarea matricei de plată, în urma căreia apare cea de-a doua fază, în funcție de strategia aleasă de fiecare grup. Câștigătorul turneului de curs din 2005 a prezentat o abordare euristică, bazându-se puternic pe experiențele obținute împotriva altor grupuri înainte de final turneu.

Studenții acestui an au realizat un sondaj la sfârșitul cursului, rezultatele fiind afișate în Tabelul 5, unde o valoare de 1 înseamnă cea mai slabă evaluare și 5 cea mai bună. Așa cum se poate vedea, există o tendință clară de a sprijini abordarea învățării bazate pe competiție. Interacțiunea cu studenții din alte grupuri este în principal neutră și depinde foarte mult de atitudinea fiecărui student.

Sentence to be valued	1	2	3	4	5	Avg (41)
The topic selected for the tournament has been interesting:	1	1	6	10	23	4,29
The competition approach improved the relation with other groups:	7	6	11	11	6	3,07
The competition approach has been an stimulus to learn more:	0	6	6	11	18	4,00
The competition approach followed has been adequate:	0	1	7	11	22	4,32
The use of Game Theory in the lab work has been interesting:	0	1	6	19	15	4,17

Table 5: Data from the questionnaire fulfilled in 2005. A value of 1 means the poorest valuation, 5 means the highest. The last column displays the average over 41 answers.