

APLICAREA CONCEPTULUI STEAM PRIN X-COLONY ÎN STUDIUL MATEMATICII

Cristian VOICA, dr., profesor

Departamentul de Matematică, Universitatea din București

Sorin ALEXE, cercetător independent

Stamford, USA

Consuela VOICA, profesor școlar

Școala gimnaziul „Herăstrău”, București, România

Rezumat. Lucrarea prezintă X-Colony – un joc educațional bazat pe manipularea unor figuri geometrice, proiectat în spiritul STEAM pentru elevi din ciclul primar sau gimnazial. Prin acest joc, elevii dezvoltă abilități vizuale și kinestezice prin generarea, experimentarea și anticiparea unor construcții spațiale. Activități bazate pe X-Colony au fost organizate pe parcursul unui an școlar, cu elevi din clasa a V-a, într-un program educațional ce a avut grup experimental și grup de control. În urma studiului, am constatat că programul induce efecte pozitive în învățarea geometriei și duce la îmbunătățiri semnificative în înțelegere, rezolvarea de probleme și raționamentul elevilor.

Abstract. The paper aims to introduce the X-Colony -- a game based on geometric manipulatives and designed in the STEAM education context for training creativity and spatial intelligence in primary and middle school students. Students engaged in this game integrate visual and kinesthetic information to experiment, learn and predict real world states. Activities based on X-Colony were implemented into a one scholar year educational program for fifth graders and tested in a case-control study. We found that the program induces positive effects in learning geometry and leads to improvement in comprehension, problem solving and reasoning.

Cuvinte cheie: X-Colony; educație STEAM; abilitate spațială; creativitate.

Key words: X-Colony; STEAM education; spatial ability; creativity.

Introducere

Preocupările privind educația STEAM (i.e. studierea integrată a științelor, tehnicii, ingineriei, artelor și matematicii) au cunoscut, în ultimii ani, o dezvoltare fără precedent. Specialiști din diverse domenii evidențiază necesitatea îmbunătățirii competențelor STEAM pentru a face față provocărilor sociale și economice din viitorul apropiat ([3]; [4]; [5]; [9]).

Ca urmare, sisteme educaționale din întreaga lume vizează identificarea unor posibile abordări didactice legate de STEAM, atât în țări dezvoltate economic (e.g. [7]), cât și în țări în curs de dezvoltare (e.g. [12]). Principala problemă pare să fie faptul că educația STEAM presupune o ”depășire a frontierelor disciplinare” ([11]), adică ”abordarea unor sarcini de lucru complexe, care impun elevilor utilizarea unor cunoștințe și abilități din mai multe discipline” ([8])

În lucrarea de față, pornim de la următoarea întrebare: *Cum am putea organiza activități de învățare complexe, care să presupună dezvoltarea tuturor componentelor din conceptul STEAM?*

Studiul empiric pe care îl prezentăm în continuare se bazează pe utilizarea la clasă a unei platforme de învățare, ce presupune utilizarea jocului de construcții X-Colony ([1]), constând

în utilizarea unor manipulative în cadrul unor activități educaționale. (Unele rezultate preliminare au fost prezentate [2].)

METODĂ

Descriere

X-Colony operează cu un set de module elementare, ce pot fi obținute din elemente planare, alcătuite prin alipirea unor hexagoane regulate (figura 1); acestea sunt T-modulul, O-modulul și I-modulul.

Modulele elementare se pot asambla într-o varietate de construcții poliedrale complexe (câteva exemple sunt prezentate în figura 2).

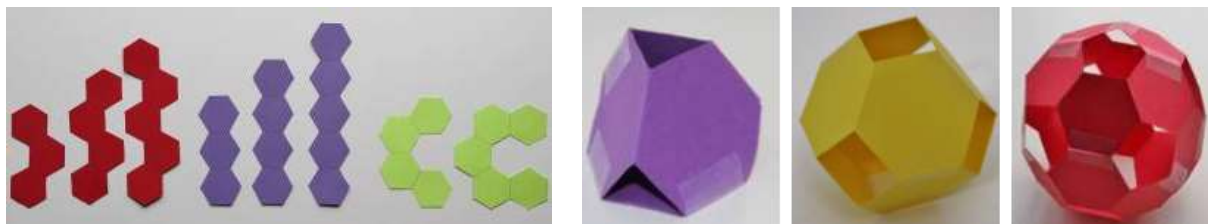


Figura 1. Elementele planare și modulele elementare (T, O și I) obținute din acestea



Figura 2. Construcții poliedrale obținute din modulele X-Colony

Eșantion și procedură

Studiul a fost proiectat ca un experiment în care a fost implicat un grup experimental și un grup de control, pe un eșantion de 45 de elevi din clasa a V-a de la o școală din București, dintre care 28 de elevi au făcut parte din grupul de experiment, iar 17 elevi au făcut parte din grupul de control. Ambele grupuri incluse în experiment au constat din câte o clasă de elevi; elevii nu au fost selectați pe alte criterii, în afara apartenenței lor la clasele respective. Studiul nostru este deci de tip quasi-experimental, cu grupuri neechivalente de studiu (așa cum este această metodă descrisă în [6]).

Elevii din grupul experimental au participat la un program de 8 săptămâni, a câte o oră/săptămână, ca parte a unui opțional organizat în școală. În această perioadă, elevii au fost implicați în activități diverse, în care au construit structuri spațiale folosind X-Colony și au răspuns la o serie de întrebări ce vizau modalități alternative de construcție, imaginarea unor alte construcții, exprimarea preferințelor pentru un obiect sau altul, anticiparea unor restricții.

Elevii din grupul de control au urmat un traseu curricular similar, având programat un curs opțional în aceeași perioadă de timp, dar, în locul unor activități de tipul X-Colony, au parcurs tematici standard pentru ore de matematică.

Modalitatea de colectare a datelor

Pentru ambele grupuri de elevi, datele au fost colectate prin intermediul unui pre-test și al unui post-test, aplicate înainte și după desfășurarea intervenției asupra grupului experimental. Fiecare test a constat din câte 4 întrebări, ce au vizat abilitatea elevilor în a imagina diverse obiecte, a estima anumite cantități și a explica rezolvarea unei probleme.

Ambele teste au fost aplicate simultan celor două grupuri de elevi, pe parcursul unor ore de clasă (50 min.) Am proiectat deliberat cel de-al doilea test cu un grad sporit de dificultate, pentru a mări fidelitatea datelor obținute.

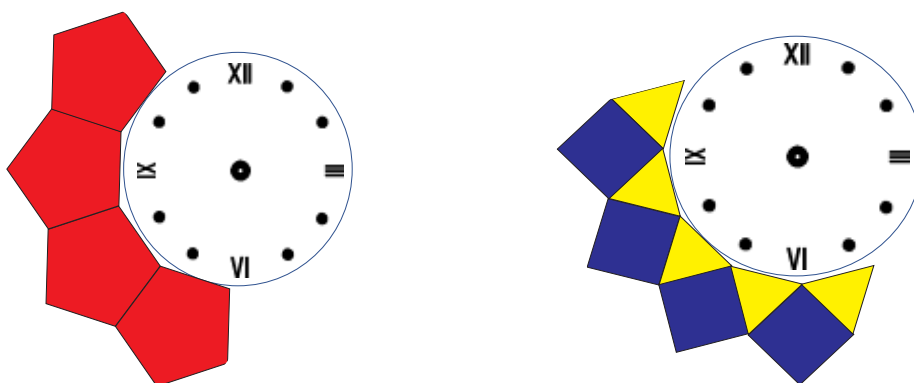
Pentru grupul experimental, au fost de asemenea colectate date prin observarea implicării elevilor în activitate și consemnarea opiniilor exprimate de elevi, referitoare la dificultatea, utilitatea și atractivitatea activităților organizate.

Modalitatea de analiză a datelor

Rezultatele obținute la cele două tipuri de teste au fost analizate folosind trei parametri: înțelegere; indicarea rezultatului; argumentarea rezultatului. Fiecare întrebare a primit un punctaj de 0 sau 1 pe fiecare din aceste trei componente. Includem aici una din întrebările adresate elevilor și modul de acordare a punctajelor pentru aceasta.

Întrebarea 1 (testul final). *Andrei vrea să construiască două rame pentru ceasurile lui de perete, folosind pentru fiecare ramă câteva tipuri de piese identice. Modelele începute de Andrei sunt prezentate în figurile următoare. De câte piese de fiecare fel va avea Andrei nevoie în total, pentru fiecare din rame?*

Scrive răspunsul și explică cum ai gândit.



Răspunsurile elevilor au fost analizate pe baza următoarei descrieri:

Înțelegere: elevul/eleva dovedește că înțelege faptul că rama se închide și că i se solicită numărul de piese care mai trebuie adăugate (chiar dacă greșește în identificarea acestui număr).

Indicarea rezultatului: elevul/eleva notează răspunsul corect (6 piese la a și 7 triunghiuri și 8 pătrate la b). Se iau în calcul și situațiile în care elevul/eleva scrie numărul total de piese folosite (i.e. 10 piese la a ; 12 triunghiuri și 12 pătrate la b).

Argumentare: elevul/eleva explică rezultatul obținut pe baza unor desene, a corelării poziției pieselor ramei cu cadranul ceasului, folosind simetria, sau orice altă descriere care dovedește cum a gândit.

REZULTATE

Analiza calitativă

O analiză holistică a răspunsurilor elevilor la teste, dar și a observațiilor făcute pe parcursul desfășurării activităților, evidențiază următoarele aspecte:

- Îmbunătățirea abilităților de comunicare (orală sau scrisă) a elevilor din grupul experimental, ca urmare a necesității de a-și exprima preferințele și a-i convinge pe colegi de validitatea opiniilor personale. Prin comparație, elevii din grupul de control nu au arătat progrese similare.
- Existența unei varietăți de argumente în justificarea răspunsurilor la întrebările din testul final, pentru elevii din grupul experimental. Prin comparație, elevii din grupul de control nu au dovedit flexibilitate (în sensul folosit în [10]) în argumentele lor.
- Dezvoltarea abilităților vizate de STEAM, dovedite prin crearea unor noi construcții poliedrale ce necesită abilități tehnologice, viziune artistică și îndemânare.

Analiza cantitativă

Punctajele obținute de elevi la cele două teste, pentru fiecare categorie în parte (i.e. înțelegere; indicarea rezultatului; argumentare) au fost corelate statistic, pentru cele două grupuri de studiu. Am găsit astfel, pentru grupul experimental, o creștere de 26% a abilităților de argumentare și o creștere de 17% a competențelor generale privind înțelegerea și rezolvarea problemelor, comparativ cu grupul de control.

Comparând rezultatele academice ale elevilor cu rezultatele la testele aplicate în acest experiment, am ajuns la concluzia că scorurile obținute la teste sunt puternic corelate cu notele obținute de elevi în activitatea uzuală la clasă. De asemenea, am constatat faptul că elevii din grupul de control au manifestat, în timpul desfășurării activităților, comportamente creative, manifestate prin obținerea unor construcții poliedrale surprinzătoare.

Concluzii

Lucrarea prezintă un studiu quasi-experimental cu 45 de elevi de clasa a V- a, bazat pe utilizarea sistematică la activitățile organizate cu grupul experimental a jocului X-Colony și compararea rezultatelor obținute la teste de cele două grupuri. Studiul nostru a generat concluzia că utilizarea X-Colony conduce la îmbunătățirea abilităților STEAM pentru toate

componentele acestui concept. În particular, activitățile X-Colony generează înțelegerea unor concepte matematice, fapt demonstrat prin analiza statistică a datelor.

Ca urmare, considerăm că utilizarea X-Colony la clasă conduce la îmbunătățirea abilităților elevilor și oferă un cadru util pentru abordări didactice transdisciplinare.

Bibliografie

1. ALEXE, S. *XColony Game Systems*. International Patent Application #: PCT/ US13/ 69568, 2013.
2. ALEXE, S.; VOICA, C.; VOICA, C. An educational resource for spatial intuition. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 128(2014), pp. 305-310.
3. CAPRILE, M.; PALMÉN, R.; SANZ, P.; DENTE, G. Encouraging STEM studies for the labour market. In: *Directorate General for Internal Policies, European Union*, 2015.
4. ENGLISH, L. D. STEM education K-12: Perspectives on integration. In: *International Journal of STEM education*, 3(1), 2016, pp. 1-8.
5. ENGLISH, L. D.; MOUSOULIDES, N. G. Bridging STEM in a real-world problem. In: *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(9), 2015, pp. 532-539.
6. FIFE-SCHAW, C. Quasi-experimental designs. In: *Research meth. in psychology*, 2006, pp. 88-103.
7. HARRIS, A.; DE BRUIN, L. R. Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. In: *Journal of Educational Change*, 19(2), 2018, pp. 153-179.
8. HONEY, M.; PEARSON, G.; SCHWEINGRUBER, A. *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press, 2014.
9. JESIONKOWSKA, J.; WILD, F.; DEVAL Y. Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. In: *Education Sciences*. 10(8): 198, 2020.
10. LEIKIN, R. Evaluating mathematical creativity: The interplay between multiplicity and insight. In: *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(4), 2013, pp. 385-400.
11. LI, Y. Editorial: International Journal of STEM Education—a platform to promote STEM education and research worldwide. In: *International Journal of STEM Education*, 1:1, 2014.
12. MADANI, R. A. Teaching Challenges and Perceptions on STEM Implementation for Schools in Saudi Arabia. In: *European Journal of STEM Education*, 5(1), 2020, pp. 1-14.