



Convocatòria New Goals de l'eLearn Center per a formar part de l'equip investigador del projecte «Sistema de tutor intel·ligent»

PREÀMBUL

Els sistemes de tutor intel·ligent (STI) han adquirit darrerament molta popularitat gràcies, sobretot, a les possibilitats que ofereix la tecnologia i a la difusió de l'aprenentatge mixt i en línia, en què aquest tipus de tutor és especialment important. Aquests sistemes inclouen moltes aplicacions diferents (AutoTutor, Assessment and Learning in Knowledge Spaces, eXtended Tutor-Expert System i Web Interface for Statistics Education, entre altres). La tutorització electrònica personalitzada és potencialment una manera eficaç de donar resposta a les variades necessitats d'aprenentatge dels estudiants dins del temps limitat disponible per a l'ensenyament de continguts. [1]

Els STI poden definir-se com a programes informàtics que modelitzen els estats psicològics dels estudiants per a oferir-los una formació individualitzada. Han estat desenvolupats per a diversos àrees temàtiques (per exemple, àlgebra, medicina, dret, lectura) amb la finalitat d'ajudar els estudiants a adquirir coneixements cognitius i metacognitius sobre un camp específic. [2]

S'han aplicat moltes tècniques diferents a diversos STI:

- Creació automàtica d'itineraris d'aprenentatge [3], [4]
- Introducció de retorn personalitzat (*feedback*) motivacional i metacognitiu basat en l'estat passat de l'estudiant [5]
- Entrenament automatitzat i tècniques col·laboratives [6]
- Estratègies i pistes visuals
- Adaptació de les diferències individuals dels alumnes durant les activitats d'aprenentatge

Per a implementar aquestes tècniques s'han utilitzat múltiples i diverses tecnologies: xarxes bayesianes, [7] lògica difusa, [8] reconeixement de llenguatge natural [2] o la taxonomia de Bloom per a donar orientació personalitzada, [9] etc.

Pel que sembla els STI tenen un efecte més clar en l'estudiant universitari que no pas en l'estudiant de primària o secundària (K-12). Això no obstant, encara no es té cap evidència que indiqui que hi ha algun STI significativament millor que altres mètodes d'ensenyament o que funcioni millor per a un camp de coneixement concret que per a

un altre. [83] I no és clar si els STI tenen efectes en els estudiants. Alguns treballs [10]-[15] troben resultats positius; altres no troben diferències significatives entre els grups de control i de recerca. [2], [16], [17]

Malgrat que no s'ha arribat a un consens general sobre els efectes positius que puguin tenir els STI, sí que hi ha alguns aspectes que són considerats positius en tots els estudis previs:

- El que es millora és la cognició, el compromís i l'afecte dels estudiants. Això, però, s'aconsegueix gràcies a components i intervencions concrets que són inherentment afectius, cognitius i metacognitius per naturalesa. [18] Per tant, és important incloure retorn personalitzat de caire motivacional i metacognitiu. [5] - [7]
- L'ús d'STI pot facilitar l'assoliment dels mateixos objectius d'aprenentatge en menys temps en comparació amb altres mètodes d'ensenyament [16], [19].
- La personalització hi té un paper clau: [20] els STI tenen efectes diferents en diferents tipus d'estudiants (extravertits i introvertits, [21] d'alt rendiment i de baix rendiment, [22] de primària i secundària (K-12) i de batxillerat. [14], [14]
- Els efectes són més grans després d'uns quants anys d'aplicació. [23]
- És clau acordar els objectius relatius a exàmens i a ensenyament. [24] Els continguts educatius han de dissenyar-los persones que tinguin tant les habilitats tècniques com l'experiència docent necessària per a crear els continguts. [25]
- Cap dels treballs examinats informa d'efectes negatius dels STI.

Els STI sovint es combinen amb tècniques de ludificació. La ludificació consisteix a utilitzar elements del disseny de jocs i de la mecànica de jocs en contextos aliens al joc. [26] Aquesta idea ha estat emprada amb èxit en molts negocis en línia per a augmentar la participació de l'usuari. Alguns investigadors suggereixen que també es podria utilitzar en l'ensenyament en línia com a eina per a augmentar la motivació i el compromís de l'estudiant. Basant-se en els conceptes de ludificació, cada vegada més popular, en l'aprenentatge basat en el joc i en el moviment del joc seriós, els STI ofereixen a professors i estudiants la possibilitat d'experimentar en directe com es pot

utilitzar la mecànica del joc per a fer que l'aprenentatge sigui divertit i addictiu. [27] - [29]

Una vegada més, els estudis no aporten observacions concloents: alguns estudis no han trobat diferències significatives, [30], [31] mentre que altres han vist resultats millors en el grup de joc. [32] Fins i tot pel que fa a compromís o motivació, les diferències atribuïbles a la ludificació no són significatives. [33] En canvi, hi ha estudis que consideren que augmenta la motivació d'estudiants i docents, [34] i alguns troben efectes positius amb el pas del temps. [35] També s'ha vist que mostrar als estudiants el seu propi acompliment té alguns efectes. [36]

Finalment, és important tenir en compte que les aproximacions als STI solen estar enfocades a assignatures: àlgebra, [11], [16], [17], [20], [23], [37] estadística, [10], [14] models de constructes de sistemes dinàmics, [38] [39] aprenentatge de segona llengua, [15], [40], [41] lectura [42], SQL [5], [19], electricitat i electrònica [43] matemàtiques [18], [25], [44] - [46], algorismes de recerca IA [47], ciències informàtiques [36], disseny de xarxes informàtiques [3], enginyeria mecànica [22], metodologia de recerca [33], multimèdia [48], programació, [8], [9], [30], [32], [34] química, [49] física, [39], [50] argumentació política. [51]

Com es pot veure, la investigació sobre STI se centra principalment en assignatures tècniques. També s'orienta cap a assignatures discursives, però en menor mesura, excepte si parlem d'ensenyament de llengües estrangeres. Els STI s'han utilitzat en moltes assignatures diferents, però no se n'ha fet cap aproximació, pel que sabem, que proposi un sistema global capaç d'incloure diferents assignatures de diferents coneixements en un tutor global amb diferents aplicacions.

BASES DE LA CONVOCATÒRIA

En aquest document es detallen les bases de la convocatòria interna New Goals de l'eLearn Center per a preseleccionar els membres de l'equip investigador que formarà part del projecte seleccionat a la convocatòria New Goals per a desenvolupar i provar un sistema de tutor intel·ligent (STI).

OBJECTE DE LA CONVOCATÒRIA

L'objecte d'aquesta convocatòria és preseleccionar cinc candidats per a formar part de l'equip investigador del projecte que es financi amb la convocatòria New Goals per a desenvolupar i provar un sistema de tutor intel·ligent. L'objectiu del projecte STI és proposar, dissenyar, desenvolupar i provar un sistema de tutor intel·ligent a la Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

Aquest sistema de tutor hauria de complir els objectius següents:

- Treballar com a mínim en tres assignatures de diferent tipus i de diferents estudis.
- Generar i treballar amb dades obertes i intercanviables que permetin la col·laboració entre els tutors de les assignatures participants.
- Incorporar elements que puguin aportar retorn personalitzat útil als usuaris.

CARÀCTER I CONDICIONS DE L'AJUT

La convocatòria pretén ajudar a complementar i expandir les carreres científiques dels investigadors participants fent recerca sota el lideratge d'investigadors de renom i reconegut prestigi internacional en els seus àmbits de recerca. Així, la convocatòria pot esdevenir una oportunitat per a posicionar-se com a investigador destacat o de referència en l'àmbit de recerca del projecte.

Hi ha dues vies possibles de participació:

- **A temps complet:** són professors que quedaran alliberats de la càrrega docent per a dedicar-se en exclusiva a la recerca. Entre les sol·licituds rebudes, la Comissió de Recerca i Innovació de la UOC, d'acord amb

l'experiència del professor i les seves principals aportacions al projecte, farà una primera preselecció de cinc candidatures. Després d'una ronda d'entrevistes, serà l'investigador principal (IP) del projecte de recerca New Goals triat qui finalment acabarà escollint els tres investigadors que es dedicaran a temps complet a dur a terme el projecte durant un període determinat, que pot correspondre, o no, a la durada del projecte.

El professorat que s'integri en l'equip de recerca haurà de contribuir a l'avenç del coneixement de l'àmbit de recerca i participar en la difusió dels resultats en revistes científiques d'impacte i en esdeveniments referents del seu camp temàtic.

- **A temps parcial:** són professors que es volen integrar en el projecte i dedicar-hi el seu temps de recerca.

L'investigador beneficiari de la convocatòria a IP dels projectes New Goals serà l'encarregat d'escollir tres candidats, entre els cinc preseleccionats, per a formar part del seu equip de treball a temps complet.

El professorat seleccionat s'integrarà a l'equip de recerca per a desenvolupar el projecte proposat per l'IP durant un període màxim de tres anys. Durant el temps en què estiguin integrats al projecte, els professors continuaran rebent el salari de la UOC. La Universitat proporcionarà els recursos que siguin necessaris perquè puguin ser substituïts en la seva tasca docent. L'activitat de recerca es desenvoluparà des dels punts habituals de treball de l'investigador.

PERSONES BENEFICIÀRIES

Podrà presentar-se a la present convocatòria tot el personal docent i investigador (PDI) de la Universitat Oberta de Catalunya.

REQUISITS I OBLIGACIONS

Els requisits necessaris per a participar a la convocatòria són:

- Ser professor de la UOC a temps complet.
- Tenir el títol de doctor.
- Tenir un nivell d'anglès igual o superior al B2 o equivalent.
- Disposar de l'identificador ORCID.
- Tenir actualitzada la producció científica en el GIR i, en la mesura que les restriccions de la propietat intel·lectual ho permetin, dipositada a l'O2. Per a resoldre dubtes sobre les citacions bibliogràfiques i les polítiques de copyright i d'autoarxiu podeu contactar amb *La Biblioteca respon*, accessible des de la pàgina principal de la Biblioteca.

TERMINI I FORMALITZACIÓ DE LA SOL-LICITUD

El **termini** per a presentar les sol·licituds romandrà obert fins al dia **11 de març de 2018 a les 23.59 hores**. Les sol·licituds han de ser enviades a la bústia preaward_osrt@uoc.edu, i a l'assumpte del correu cal indicar-hi el codi **UOC_NG-Equip_nom_sol·licitant**. La sol·licitud es considerarà formalment acceptada quan el sol·licitant hagi rebut un correu de confirmació de la bústia preaward_osrt@uoc.edu.

La **sol·licitud** s'ha d'acompanyar de la documentació següent:

- Resum de l'experiència científica destacada del candidat durant els darrers cinc anys, destacant principalment els elements relacionats amb l'àmbit de recerca de la present convocatòria (2 pàgines com a màxim).
- Carta de presentació i motivació, destacant els principals motius pels quals es vol participar en l'activitat de recerca proposada.
- Autorització de la direcció d'estudis o del cap del grup de recerca per a dedicar-se a la nova recerca que es desprengui de la convocatòria.

ÒRGAN I CRITERIS DE SELECCIÓ

La Comissió de Recerca i Innovació serà l'òrgan encarregat d'avaluar les sol·licituds a partir dels criteris següents:

- Adequació de les principals aportacions del candidat a la recerca proposada.
- Experiència del professor candidat en projectes de recerca, especialment internacionals.
- Currículum del professor candidat (que serà consultat directament en el GIR).

RESOLUCIÓ

Les sol·licituds rebudes a aquesta convocatòria seran avaluades per la Comissió de Recerca i Innovació, que emetrà la resolució a partir del dia 10 d'abril de 2018.

L'Oficina de Suport a la Recerca i la Transferència (OSRT) informará del resultat de la convocatòria a tots els sol·licitants al correu electrònic que hagin facilitat en el moment de presentar la sol·licitud del projecte.

Un cop resolta la convocatòria, els candidats preseleccionats hauran de superar l'entrevista amb l'IP del projecte, que decidirà finalment sobre la seva incorporació.

EXECUCIÓ DE L'AJUT CONCEDIT

El primer any es concedirà un pressupost anual amb càrrec als fons estructurals de la FUOC. Això significa que els diners concedits hauran de ser executats entre l'1 de gener i el 31 de desembre del 2018. Més enllà d'aquestes dates si hi ha un romanent no executat es perdrà. El segon any es concedirà un nou pressupost amb les mateixes característiques i terminis d'execució per a 2019.

En el transcurs dels set dies laborables posteriors a la comunicació de la resolució favorable d'aquest tipus d'ajut, l'OSRT comunicarà amb un correu electrònic al beneficiari el codi econòmic de l'ajut perquè pugui començar a executar despesa.

L'ajut només es podrà destinar a l'execució de les despeses detallades en el pressupost presentat. Qualsevol modificació de les partides pressupostàries necessitarà l'aprovació de la Direcció de l'eLearn Center.

Totes les despeses a càrrec de la present convocatòria hauran de dur-se a terme d'acord amb el procediment de compres per projectes de l'OSRT i amb la política de viatges de la FUOC.

SEGUIMENT DE LA PROPOSTA

Un cop acabat el projecte, l'investigador principal haurà de redactar un informe que contingui els resultats obtinguts del projecte, seguint la plantilla dissenyada per a aquesta finalitat, i enviar-lo en format PDF a la bústia postaward_osrt@uoc.edu.

Al llarg del projecte, l'eLearn Center farà un seguiment del desenvolupament de les fites marcades en la planificació i pot demanar-ne canvis per a adaptar-se al calendari acadèmic o als desenvolupaments que convingui.

L'investigador principal haurà de redactar un informe d'evolució al final del primer any del projecte en què es faci un seguiment de l'evolució i les desviacions respecte a la planificació i s'aportin els resultats obtinguts.

Obres citades

- [1] A. Stott and A. Hattingh, "Conceptual Tutoring Software for Promoting Deep Learning: A Case Study," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, pp. 179–194, 2015.
- [2] W. Ma, O. O. Adesope, J. C. Nesbit, and Q. Liu, "Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 106, no. 4, pp. 901–918, 2014.
- [3] E. Verdú, L. M. Regueras, E. Gal, J. P. de Castro, M. J. Verdú, and D. Kohen-Vacs, "Integration of an intelligent tutoring system in a course of computer network design," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 65, no. 3, pp. 653–677, Jun. 2017.
- [4] W.-C. Hsu and C.-H. Li, "A competency-based guided-learning algorithm applied on adaptively guiding e-learning," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 23, no. 1, pp. 106–125, Jan. 2015.
- [5] A. Hull and B. du Boulay, "Motivational and metacognitive feedback in SQL-Tutor*," *Comput. Sci. Educ.*, vol. 25, no. 2, pp. 238–256, Apr. 2015.
- [6] TOBY DRAGON, "THE IMPACT OF INTEGRATED COACHING AND COLLABORATION WITHIN AN INQUIRY LEARNING ENVIRONMENT," 2013.
- [7] D. Hooshyar, R. B. Ahmad, M. Yousefi, F. D. Yusop, and S.-J. Horng, "A flowchart-based intelligent tutoring system for improving problem-solving skills of novice programmers," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 31, no. 4, pp. 345–361, Aug. 2015.
- [8] T.-C. Hsieh, M.-C. Lee, and C.-Y. Su, "Designing and implementing a personalized remedial learning system for enhancing the programming learning," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 16, no. 4, pp. 32–46, 2013.
- [9] G.-H. Hwang, B. Chen, and C.-W. Huang, "Development and Effectiveness Analysis of a Personalized Ubiquitous Multi- Device Certification Tutoring System Based on Bloom's Taxonomy of Educational Objectives," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 19, no. 1, pp. 223–236, 2016.
- [10] A. H. Jonsdottir, A. Bjornsdottir, and G. Stefansson, "Difference in Learning Among Students Doing Pen-and-Paper Homework Compared to Web-Based Homework in an Introductory Statistics Course," *J. Stat. Educ.*, vol. 25, no. 1, pp. 12–20, 2017.
- [11] A. Barrus, "Does Self-Regulated Learning-Skills Training Improve High-School Students' Self-Regulation, Math Achievement, and Motivation While Using an Intelligent Tutor?," 2013.
- [12] J. Cuartero-Olivera and A. Perez-Navarro, "THE USE OF MATHEMATICAL FORMULAE IN AN E-LEARNING ENVIRONMENT," in *EDULEARN11 Proceedings*, 2011, pp. 5670–5679.
- [13] B. R. Belland, A. E. Walker, N. J. Kim, and M. Lefler, "Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education," *Rev. Educ. Res.*, vol. 87, no. 2, pp. 309–344, Apr. 2017.
- [14] S. Steenbergen-Hu and H. Cooper, "A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning.," *J. Educ.*

- Psychol.*, vol. 106, no. 2, pp. 331–347, 2014.
- [15] A. I. Morch, I. Engeness, V. C. Cheng, W. K.-W. Cheung, and K. C. Wong, “EssayCritic: Writing to Learn with a Knowledge-Based Design Critiquing System,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 20, pp. 213–223, 2017.
- [16] S. K. Reed, A. Corbett, B. Hoffman, A. Wagner, and B. MacLaren, “Effect of worked examples and Cognitive Tutor training on constructing equations,” *Instr. Sci.*, vol. 41, no. 1, pp. 1–24, Jan. 2013.
- [17] H. S. J. R. Berman, S. R. Ferri, G. J. A. T. S. Lee, “Exploring Optimal Conditions of Instructional Guidance in an Algebra Tutor,” *Soc. Res. Educ. Eff.*, 2013.
- [18] I. Arroyo, B. P. Woolf, W. Burelson, K. Muldner, D. Rai, and M. Tai, “A Multimedia Adaptive Tutoring System for Mathematics that Addresses Cognition, Metacognition and Affect,” *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 24, no. 4, pp. 387–426, Dec. 2014.
- [19] A. Mitrovic, S. Ohlsson, and D. K. Barrow, “The effect of positive feedback in a constraint-based intelligent tutoring system,” *Comput. Educ.*, vol. 60, no. 1, pp. 264–272, Jan. 2013.
- [20] C. A. Walkington, “Using Adaptive Learning Technologies to Personalize Instruction to Student Interests: The Impact of Relevant Contexts on Performance and Learning Outcomes,” *Journal Educ. Psychology*, vol. 105, no. 4, pp. 932–945, 2013.
- [21] A. Al-Dujaily, J. Kim, and H. Ryu, “Am I Extravert or Introvert? Considering the Personality Effect Toward e-Learning System,” *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 16, pp. 14–27, 2013.
- [22] M. A. Khawaja, G. B. Prusty, R. A. J. Ford, N. Marcus, and C. Russell, “Can more become less? Effects of an intensive assessment environment on students’ learning performance,” *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 38, no. 6, pp. 631–651, Dec. 2013.
- [23] J. F. Pane, B. A. Griffin, D. F. McCaffrey, and R. Karam, “Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale,” *Educ. Eval. Policy Anal.*, vol. 36, no. 2, pp. 127–144, Jun. 2014.
- [24] J. A. Kulik and J. D. Fletcher, “Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review,” *Rev. Educ. Res.*, vol. 86, no. 1, pp. 42–78, 2016.
- [25] R. C. Paiva, M. S. Ferreira, and M. M. Frade, “Intelligent tutorial system based on personalized system of instruction to teach or remind mathematical concepts,” *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 33, no. 4, pp. 370–381, Aug. 2017.
- [26] C. Cheong, F. Cheong, and J. Filippou, “Quick quiz: A gamified approach for enhancing learning,” *PACIS 2013*, pp. 1–14, 2013.
- [27] P. Lameris, S. Arnab, I. Dunwell, C. Stewart, S. Clarke, and P. Petridis, “Essential features of serious games design in higher education: Linking learning attributes to game mechanics,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 48, no. 4, pp. 972–994, Jun. 2017.
- [28] V. Riemer and C. Schrader, “Learning with quizzes, simulations, and adventures: Students’ attitudes, perceptions and intentions to learn with different types of serious games,” *Comput. Educ.*, vol. 88, pp. 160–168, Oct. 2015.
- [29] A. Domínguez, J. Saenz-de-Navarrete, L. De-Marcos, L. Fernández-Sanz, C. Pagés, and J.-J. Martínez-Herráiz, “Gamifying learning experiences: Practical implications

- and outcomes," *Comput. Educ.*, vol. 63, pp. 380–392, Apr. 2013.
- [30] K. L. N. Eranki and K. M. Moudgalya, "Comparing the Effectiveness of Self-Learning Java Workshops with Traditional Classrooms," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 19, no. 4, pp. 59–74, 2016.
- [31] G. Goehle and J. Wagaman, "The Impact of Gamification in Web Based Homework," 2015.
- [32] D. Hooshyar *et al.*, "A solution-based intelligent tutoring system integrated with an online game-based formative assessment: development and evaluation," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 64, no. 4, pp. 787–808, Aug. 2016.
- [33] K. Millis, C. Forsyth, P. Wallace, A. C. Graesser, and G. Timmins, "The Impact of Game-Like Features on Learning from an Intelligent Tutoring System," *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–22, Apr. 2017.
- [34] P. Fotaris, T. Mastoras, R. Leinfellner, and Y. Rosunally, "Climbing Up the Leaderboard: An Empirical Study of Applying Gamification Techniques to a Computer Programming Class," *Electron. J. e-Learning*, vol. 14, no. 2, pp. 94–110, 2016.
- [35] G. T. Jackson and D. S. McNamara, "Motivation and performance in a game-based intelligent tutoring system.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 105, no. 4, pp. 1036–1049, 2013.
- [36] T. Auvinen, L. Hakulinen, and L. Malmi, "Increasing Students' Awareness of Their Behavior in Online Learning Environments with Visualizations and Achievement Badges," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 8, no. 3, pp. 261–273, Jul. 2015.
- [37] J. L. Booth, K. E. Lange, K. R. Koedinger, and K. J. Newton, "Using example problems to improve student learning in algebra: Differentiating between correct and incorrect examples," *Learn. Instr.*, vol. 25, pp. 24–34, Jun. 2013.
- [38] D. Lazer *et al.*, "SOCIAL SCIENCE Computational Social Science," *Science (80-.)*, vol. 323, no. 5915, pp. 721–723, 2009.
- [39] K. VanLehn, G. Chung, S. Grover, A. Madni, and J. Wetzel, "Learning Science by Constructing Models: Can Dragoon Increase Learning without Increasing the Time Required?," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 26, no. 4, pp. 1033–1068, Dec. 2016.
- [40] R. Cowan, "ICALL FOR IMPROVING KOREAN L2 WRITERS' ABILITY TO EDIT GRAMMATICAL ERRORS," *Lang. Learn. Technol.*, vol. 18, no. 183, pp. 193–207, 2014.
- [41] I.-C. Choi, "Efficacy of an ICALL tutoring system and process-oriented corrective feedback," *Comput. Assist. Lang. Learn.*, vol. 29, no. 2, pp. 334–364, Feb. 2016.
- [42] L. Ramos Soriano, "Enseñanza y aprendizaje de la competencia lectora en grados medios mediante el tutor inteligente TuinLEC," Universitat de València, 2014.
- [43] M. Dzikovska, N. Steinhauser, E. Farrow, J. Moore, and G. Campbell, "BEETLE II: Deep Natural Language Understanding and Automatic Feedback Generation for Intelligent Tutoring in Basic Electricity and Electronics," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 24, no. 3, pp. 284–332, Sep. 2014.
- [44] D. Bartelet, J. Ghysels, W. Groot, C. Haelermans, and H. Maassen van den Brink, "The differential effect of basic mathematics skills homework via a web-based

- intelligent tutoring system across achievement subgroups and mathematics domains: A randomized field experiment.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 108, no. 1, pp. 1–20, 2016.
- [45] S. Steenbergen-Hu and H. Cooper, "A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 105, no. 4, pp. 970–987, 2013.
- [46] W. W. Clearinghouse, "Carnegie Learning Curricula and Cognitive Tutor™. What Works Clearinghouse Intervention Report."
- [47] F. Grivokostopoulou and I. Hatzilygeroudis, "TEACHING AI SEARCH ALGORITHMS IN A WEB-BASED EDUCATIONAL SYSTEM," in *Proceedings of IADIS International Conference e-Learning 2013*, IADIS, Ed. 2013.
- [48] P. E. Doolittle, L. H. Bryant, and J. R. Chittum, "Effects of degree of segmentation and learner disposition on multimedia learning," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 46, no. 6, pp. 1333–1343, Nov. 2015.
- [49] I. Girault and C. D'Ham, "Scaffolding a Complex Task of Experimental Design in Chemistry with a Computer Environment," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 23, no. 4, pp. 514–526, Aug. 2014.
- [50] K. Huang, C.-H. Chen, W.-S. Wu, and W.-Y. Chen, "Interactivity of Question Prompts and Feedback on Secondary Students' Science Knowledge Acquisition and Cognitive Load," *Sci. Knowl. Acquis. Cogn. Load. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 4, pp. 159–171, 2015.
- [51] M. W. Easterday, V. Aleven, R. Scheines, and S. M. Carver, "Using Tutors to Improve Educational Games: A Cognitive Game for Policy Argument," *J. Learn. Sci.*, vol. 26, no. 2, pp. 226–276, Apr. 2017.