



Convocatoria New Goals del eLearn Center para formar parte del equipo investigador del proyecto «Sistema de tutor inteligente»

PREÁMBULO

Los sistemas de tutor inteligente (STI) han adquirido últimamente mucha popularidad gracias, sobre todo, a las posibilidades que ofrece la tecnología y a la difusión del aprendizaje mixto y en línea, en el que este tipo de tutor es especialmente importante. Estos sistemas incluyen muchas aplicaciones diferentes (AutoTutor, Assessment and Learning in Knowledge Spaces, eXtended Tutor-Expert System y Web Interface for Statistics Education, entre otros). La tutorización electrónica personalizada es potencialmente una manera eficaz de dar respuesta a las variadas necesidades de aprendizaje de los estudiantes dentro del tiempo limitado disponible para la enseñanza de contenidos. [1]

Los STI pueden definirse como programas informáticos que modelizan los estados psicológicos de los estudiantes para ofrecerles una formación individualizada. Han sido desarrollados para varias áreas temáticas (por ejemplo, álgebra, medicina, derecho, lectura) con el fin de ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos cognitivos y metacognitivos sobre un campo específico. [2]

Se han aplicado muchas técnicas diferentes a varios STI:

- Creación automática de itinerarios de aprendizaje [3], [4]
- Introducción de retorno personalizado (*feedback*) motivacional y metacognitivo basado en el estado pasado del estudiante [5]
- Entrenamiento automatizado y técnicas colaborativas [6]
- Estrategias y pistas visuales
- Adaptación de las diferencias individuales de los alumnos durante las actividades de aprendizaje

Para implantar estas técnicas se han utilizado múltiples y diversas tecnologías: redes bayesianas, [7] lógica difusa, [8] reconocimiento de lenguaje natural [2] o la taxonomía de Bloom para dar orientación personalizada, [9] etc.

Al parecer los STI tienen un efecto más claro en el estudiante universitario que en el estudiante de primaria o secundaria (K-12). Sin embargo, aún no tenemos ninguna evidencia que indique que existe algún STI significativamente mejor que otros métodos de enseñanza o que funcione mejor para un campo de conocimiento

concreto que para otro. [83] Y no está claro si los STI tienen efectos en los estudiantes. Algunos trabajos [10]-[15] encuentran resultados positivos; otros no encuentran diferencias significativas entre los grupos de control y de investigación. [2], [16], [17]

A pesar de que no se ha llegado a un consenso general sobre los efectos positivos que puedan tener los STI, sí hay algunos aspectos que son considerados positivos en todos los estudios previos:

- Lo que se mejora es la cognición, el compromiso y el afecto de los estudiantes. Esto, sin embargo, se consigue gracias a componentes e intervenciones concretos que son inherentemente afectivos, cognitivos y metacognitivos por naturaleza. [18] Por lo tanto, es importante incluir retorno personalizado de tipo motivacional y metacognitivo. [5] - [7]
- El uso de STI puede facilitar la consecución de los mismos objetivos de aprendizaje en menos tiempo en comparación con otros métodos de enseñanza [16], [19].
- La personalización tiene un papel clave: [20] los STI tienen efectos diferentes en diferentes tipos de estudiantes (extrovertidos e introvertidos, [21] de alto rendimiento y de bajo rendimiento, [22] de primaria y secundaria (K-12) y de bachillerato. [14], [14]
- Los efectos son mayores después de varios años de aplicación. [23]
- Es clave armonizar los objetivos relativos a exámenes y a enseñanza. [24] Los contenidos educativos deben diseñarlos personas que tengan tanto las habilidades técnicas como la experiencia docente necesaria para crear los contenidos. [25]
- Ninguno de los trabajos examinados informa de efectos negativos de los STI.

Los STI a menudo se combinan con técnicas de ludificación. La ludificación consiste en utilizar elementos del diseño de juegos y de la mecánica de juegos en contextos ajenos al juego. [26] Esta idea se ha utilizado con éxito en muchos negocios en línea para aumentar la participación del usuario. Algunos investigadores sugieren que también se podría utilizar en la enseñanza en línea como herramienta para aumentar la motivación y el compromiso del estudiante. Basándose en los conceptos de ludificación, cada vez más popular, en el aprendizaje basado en el juego y en el

movimiento del juego serio, los STI ofrecen a profesores y estudiantes la posibilidad de experimentar en directo cómo se puede utilizar la mecánica del juego para lograr que el aprendizaje sea divertido y adictivo. [27] - [29]

Una vez más, los estudios no aportan observaciones concluyentes: algunos estudios no han encontrado diferencias significativas, [30], [31] mientras que otros han visto resultados mejores en el grupo de juego. [32] Incluso en cuanto a compromiso o motivación, las diferencias atribuibles a la ludificación no son significativas. [33] En cambio, hay estudios que consideran que aumenta la motivación de estudiantes y docentes, [34] y algunos encuentran efectos positivos con el paso del tiempo. [35] También se ha visto que mostrar a los estudiantes su propio desempeño tiene algunos efectos. [36]

Finalmente, es importante tener en cuenta que las aproximaciones a los STI suelen estar enfocadas a asignaturas: álgebra, [11], [16], [17], [20], [23], [37] estadística, [10], [14] modelos de constructos de sistemas dinámicos, [38] [39] aprendizaje de segunda lengua, [15], [40], [41] lectura [42], SQL [5], [19], electricidad y electrónica [43] matemáticas [18], [25], [44]-[46], algoritmos de búsqueda IA [47], ciencias informáticas [36], diseño de redes informáticas [3], ingeniería mecánica [22], metodología de investigación [33], multimedia [48], programación, [8], [9], [30], [32], [34] química, [49] física, [39], [50] argumentación política. [51]

Como puede verse, la investigación sobre STI se centra principalmente en asignaturas técnicas. También se orienta hacia asignaturas discursivas, pero en menor medida, excepto si hablamos de enseñanza de lenguas extranjeras. Los STI se han utilizado en muchas asignaturas diferentes, pero no se ha hecho ninguna aproximación, hasta donde sabemos, que proponga un sistema global capaz de incluir diferentes asignaturas de diferentes conocimientos en un tutor global con diferentes aplicaciones.

BASES DE LA CONVOCATORIA

En este documento se detallan las bases de la convocatoria interna New Goals del eLearn Center para preseleccionar a los miembros del equipo investigador que formará parte del proyecto seleccionado en la convocatoria New Goals para desarrollar y probar un sistema de tutor inteligente (STI).

OBJETO DE LA CONVOCATORIA

El objeto de esta convocatoria es preseleccionar a cinco candidatos para formar parte del equipo investigador del proyecto que se financie con la convocatoria New Goals para desarrollar y probar un sistema de tutor inteligente. El objetivo del proyecto STI es proponer, diseñar, desarrollar y probar un sistema de tutor inteligente en la Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

Este sistema de tutor debería cumplir los objetivos siguientes:

- Trabajar como mínimo en tres asignaturas de diferente tipo y de diferentes estudios.
- Generar y trabajar con datos abiertos e intercambiables que permitan la colaboración entre los tutores de las asignaturas participantes.
- Incorporar elementos que puedan aportar retorno personalizado útil a los usuarios.

CARÁCTER Y CONDICIONES DE LA AYUDA

La convocatoria pretende ayudar a complementar y expandir las carreras científicas de los investigadores participantes investigando bajo el liderazgo de investigadores de renombre y reconocido prestigio internacional en sus ámbitos de investigación. Así, la convocatoria puede ser una oportunidad para posicionarse como investigador destacado o de referencia en el ámbito de investigación del proyecto.

Hay dos vías posibles de participación:

- **A tiempo completo:** son profesores que quedarán liberados de la carga docente para dedicarse en exclusiva a la investigación. Entre las solicitudes

recibidas, la Comisión de Investigación e Innovación de la UOC, de acuerdo con la experiencia del profesor y sus principales aportaciones al proyecto, hará una primera preselección de cinco candidaturas. Después de una ronda de entrevistas, será el investigador principal (IP) del proyecto de investigación New Goals elegido quien finalmente escogerá a los tres investigadores que se dedicarán a tiempo completo a llevar a cabo el proyecto durante un período determinado, que puede corresponder, o no, a la duración del proyecto.

El profesorado que se integre en el equipo de investigación deberá contribuir al avance del conocimiento del ámbito de investigación y participar en la difusión de los resultados en revistas científicas de impacto y en eventos referentes de su campo temático.

- **A tiempo parcial:** son profesores que se quieren integrar en el proyecto y dedicarle su tiempo de investigación.

El investigador beneficiario de la convocatoria a IP de los proyectos New Goals será el encargado de elegir a tres candidatos, entre los cinco preseleccionados, para formar parte de su equipo de trabajo a tiempo completo.

El profesorado seleccionado se integrará al equipo de investigación para desarrollar el proyecto propuesto por el IP durante un período máximo de tres años. Durante el tiempo en el que estén integrados en el proyecto, los profesores continuarán recibiendo el salario de la UOC. La UOC proporcionará los recursos que sean necesarios para que puedan ser sustituidos en su tarea docente. La actividad de investigación se desarrollará desde los puntos habituales de trabajo del investigador.

BENEFICIARIOS

Podrá presentarse a la presente convocatoria todo el personal docente e investigador (PDI) de la Universitat Oberta de Catalunya.

REQUISITOS Y OBLIGACIONES

Los requisitos necesarios para participar en la convocatoria son:

- Ser profesor de la UOC a tiempo completo.
- Tener el título de doctor.
- Tener un nivel de inglés igual o superior al B2 o equivalente.
- Disponer del identificador ORCID.
- Tener actualizada la producción científica en el GIR y, en la medida en la que las restricciones de la propiedad intelectual lo permitan, depositada en el O2. Para resolver dudas sobre las citas bibliográficas y las políticas de *copyright* y de autoarchivo, podéis contactar con *La Biblioteca responde*, accesible desde la página principal de la Biblioteca.

PLAZO Y FORMALIZACIÓN DE LA SOLICITUD

El **plazo** para presentar las solicitudes permanecerá abierto hasta el día **11 de marzo de 2018** a las 23.59 horas. Las solicitudes deben enviarse al buzón `preaward_osrt@uoc.edu`, y en el asunto del correo debe indicarse el código **UOC_NG-Equip_nom_sol-licitant**. La solicitud se considerará formalmente aceptada cuando el solicitante haya recibido un correo de confirmación del buzón `preaward_osrt@uoc.edu`.

La **solicitud** debe acompañarse de la documentación siguiente:

- Resumen de la experiencia científica destacada del candidato durante los últimos cinco años, destacando principalmente los elementos relacionados con el ámbito de investigación de la presente convocatoria (2 páginas como máximo).
- Carta de presentación y motivación, destacando los principales motivos por los que se quiere participar en la actividad de investigación propuesta.

- Autorización de la dirección de estudios o del jefe del grupo de investigación para dedicarse a la nueva investigación que se desprenda de la convocatoria.

ÓRGANO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

La Comisión de Investigación e Innovación será el órgano encargado de evaluar las solicitudes a partir de los criterios siguientes:

- Adecuación de las principales aportaciones del candidato a la investigación propuesta.
- Experiencia del profesor candidato en proyectos de investigación, especialmente internacionales.
- Currículum del profesor candidato (que será consultado directamente en el GIR).

RESOLUCIÓN

Las solicitudes recibidas a esta convocatoria serán evaluadas por la Comisión de Investigación e Innovación, que emitirá la resolución a partir del día 10 de abril de 2018.

La Oficina de Apoyo a la Investigación y la Transferencia (OSRT) informará del resultado de la convocatoria a todos los solicitantes en el correo electrónico que hayan facilitado en el momento de presentar la solicitud del proyecto.

Una vez resuelta la convocatoria, los candidatos preseleccionados deberán superar la entrevista con el IP del proyecto, que decidirá finalmente sobre su incorporación.

EJECUCIÓN DE LA AYUDA CONCEDIDA

El primer año se concederá un presupuesto anual a cargo de los fondos estructurales de la FUOC. Esto significa que el dinero concedido deberá ser ejecutado entre el 1 de

enero y el 31 de diciembre de 2018. Más allá de estas fechas si hay un remanente no ejecutado se perderá. El segundo año se concederá un nuevo presupuesto con las mismas características y plazos de ejecución para 2019.

En el transcurso de los siete días laborables posteriores a la comunicación de la resolución favorable de este tipo de ayuda, la OSRT comunicará con un correo electrónico al beneficiario el código económico de la ayuda para que pueda comenzar a ejecutar gasto.

La ayuda solo se podrá destinar a la ejecución de los gastos detallados en el presupuesto presentado. Cualquier modificación de las partidas presupuestarias necesitará la aprobación de la Dirección del eLearn Center.

Todos los gastos a cargo de la presente convocatoria deberán hacerse de acuerdo con el procedimiento de compras por proyectos de la OSRT y con la política de viajes de la FUOC.

SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA

Una vez terminado el proyecto, el investigador principal deberá redactar un informe que contenga los resultados obtenidos del proyecto, siguiendo la plantilla diseñada para este fin, y enviarlo en formato PDF al buzón postaward_osrt@uoc.edu.

A lo largo del proyecto, el eLearn Center efectuará un seguimiento del desarrollo de los hitos marcados en la planificación y podrá pedir cambios para adaptarse al calendario académico o a los desarrollos que convenga.

El investigador principal deberá redactar un informe de evolución al final del primer año del proyecto en el que se haga un seguimiento de la evolución y las desviaciones respecto a la planificación y se aporten los resultados obtenidos.

Obras citadas

- [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.