تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي على ست مناهج تعليمية رائدة -المرحلة الابتدائية نموذجا

Applying Artificial Intelligence Systems to Six Leading Educational Curricula -A Model for the Elementary Stage

عائشة بوهراوة*
طالبة دكتوراه، جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي- تبسة
Aicha Bouhraoua
PhD student, Larbi Tebessi University
aicha.bouhraoua@univ-tebessa.dz

محمد الأمين شياب
أستاذ محاضر أ، جامعة العربي بن مهيدي- أم البواقي-
Mohamed Amine Chieb
Lecteur (A), Larbi Ben M'hidi Oum EL Bouaghi University
Chiebmohamedamine@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2024/09/18 تاريخ القبول: 2024/11/13 تاريخ النشر: 2024/12/08

الملخص: نهدف عبر هذه الورقة البحثية إلى استكشاف تطبيقات أنظمة الذكاء الاصطناعي وما تحمله من رهانات ووعود اصطبغت بها الحقبة المعاصرة على نظام التعليم الذي يحمل مسؤولية تعليم أجيال أمامها الكثير لتقديمه، مستعينين بستة نهج تعليمية عالمية في المرحلة الابتدائية وهي (التعلم من حل المشكلات، التعلم من الأمثلة، التعلم الاستكشافي، التعلم التعاوني، التعلم من خلال الألعاب، التعلم من خلال التدريس)، وقد تم التركيز على هذه المرحلة لما تمثله من أهمية نرى أنها تنقل الصورة الكاملة لحالة النظام التعليمي، لذا نستعرض بإيجاز العدسة المفاهيمية التي ننطلق منها "S/vL" وهما مستويات المساعدة والتكيف، ثم نصف تنفيذات AIED لكل من النهج التعليمية التي تمت مراجعتها ونربطها بالإطارين الاثنين مع تكثيف الأمثلة، وتباينات النهج التي تعرض في الأدبيات AIED، ونوع الأدوات التي تم تطويرها لدعم أساتذة التعليم، وفي قسم المناقشة نجمع الاتجاهات عبر النهج للحصول على فهم حول ما تقدمه AIED. وكما تشير مراجعتنا فقد وثقت الأبحاث التجريبية فعالية تطبيقات AIED لجميع المناهج التعليمية الستة، من خلال دراسات أجريت في بيئات تعليمية حقيقية (المدارس، الدورات الجامعية، بيئات التعلم عبر الإنترنت الأكاديمية..)، لذا حاولنا توضيح وتقعيد البيئة المفاهيمة لهذه النتائج لأساتذة التعليم للاستفادة من أنظمة الذكاء الاصطناعي بأسلوب منهجي في العملية التعليمية.

الكلمات المفتاحية: أنظمة الذكاء الاصطناعي، مناهج التعليم، مستويات المساعدة، تكييف التعليم، التوجيه.

Abstract: Through this paper, we aim to explore the applications of AI systems and their bets and promises made in the contemporary era to the education system, which is responsible for educating generations that have much to offer, using six global primary education approaches. (Learning from problem solving, learning from examples, exploratory learning, collaborative learning, learning through games, learning through teaching) And this stage has been highlighted because of the importance that we see as conveying the full picture of the state of the educational system, so we briefly review the conceptual lens from which we start. "S/vL", which are levels of assistance and adaptation, and then half of the AIED implementation of each of the educational approaches reviewed

*- المؤلف المرسل

and linked to the two frameworks with the intensification of examples, the variations of approaches presented in the AIED literature, the type of tools developed to support teaching professors, and in the discussion section we collect trends across approaches to gain an understanding of what AIED offers. As our review indicates, experimental research documented the effectiveness of AIED applications for all six curricula, through studies conducted in real educational environments (schools, university courses, online learning environments, academia ..), so we tried to clarify and quantify the conceptual environment of these results for teaching professors to utilize AI systems in a systematic manner in the educational process.

Keywords: AI systems, education curriculum, assistance levels, education adaptation, guidance.

مقدمة:

يمثل النهج التعليمي أسلوب تعليمي يعتمد على نظرية معينة والتي توجه بدورها تصميم العملية التعليمية وتضفي اتساقا على اختيار الأهداف، وطبيعة المهام التي يقوم بها المتعلمون، وطبيعة الدعم الذي يتلقونه أثناء تنفيذ هذه المهام، ونجد du Boulay يستخدم مصطلح "طرق التدريس" مشيرا إلى أنه يمكن تنفيذ أي نهج تعليمي بطرق مختلفة، مع تغيير العديد من ميزاته ومع البقاء وفيا لأساسياته النظرية، وهناك عدة أسباب لاستخدام العديد من النهج في الممارسة التعليمية، أولا: من المرجح أن أنواعا مختلفة من المعرفة مثل: الحقائق، المفاهيم، الإجراءات، الاستراتيجيات، المعتقدات. يمكن أن تتعلم بشكل أفضل بالاعتمادي على أساليب مختلفة.

ثانيا: في بعض النهج التعليمية كالتعلم التعاوني أو التعلم التجريبي يشارك التلاميذ في عمليات تعلم قيمة بحد ذاتها للتعلم، ثالثا: تدعم بعض النهج التعليمية مزيدا من التشارك والحفز، وأخيرا قد يفضل العديد من أساتذة التعليم والتلاميذ التنوع في أنشطتهم التعليمية، لذا نعرض كيف تدعم أنظمة الذكاء الاصطناعي ستة من الأساليب التعليمية الشائعة وهي:

- التعلم من حل المشكلات: حيث يطور التلاميذ المهارات والمعرفة من خلال الممارسة العمدية في حل المشاكل المعقدة.
- التعلم من الأمثلة: حيث يتعلم التلاميذ من خلال دراسة وشرح الحلول الموجودة للمشاكل.
- التعلم الاستكشافي: حيث يشارك التلاميذ في استكشاف غير محدد النهاية لمهمة أو لمجموعة من الظواهر.
- التعلم التعاوني: حيث يعمل التلاميذ معا في أنشطة تعليمية.
- التعلم من خلال الألعاب: إذ يعمل التلاميذ في بيئة ترفيهية أي تعلم قائم على الألعاب لتحقيق تعلم مشارك ومحفز.

- التعلم من خلال التدريس: حيث يدرب التلاميذ أو يعلمون وكيلا معتمدا على الكمبيوتر ويتعلمون نتيجة لذلك.

وقد تم اختيار النهج الستة المذكورة بعدما تمت دراستها على نطاق واسع داخل مجتمع تعليم الذكاء الاصطناعي، لكل نهج وثبتت فعالية تنفيذات AIED في مساعدة التلاميذ على التعلم، وبما أن النهج التعليمية التي نستعرضها نشأت خارج مجال AIED، ولم يتم تنفيذها باستخدام تقنيات AIED إلا في وقت لاحق، لذا جاء السؤال الرئيسي كالتالي: ما هي مزايا استخدام تقنيات AIED في تنفيذ هذه النهج التعليمية الستة؟

للإقتراب من هذا السؤال بشكل منهجي نستلهم التوجيه من إطارين مفاهيميين مؤسسين يتعاملان مع تعزيز التعليم بالتكنولوجيا، يميز أحد الإطارات مستويات المساعدة التعليمية (Soller et al., 2005) ويصنف الطرق التي يمكن أن تكون بها المساعدة متكيفة مع احتياجات التلاميذ، يساعد استخدام هذين الإطارين المفاهيميين على تركيز المناقشة على بعدين رئيسيين لدعم AIED للمتعلمين.

تجميع هذين الإطارين يساعدنا على رؤية الاتجاهات القائمة عبر تنفيذات AIED لهذه النهج التعليمية ويساعدنا على رؤية التشابهات والاختلافات في كيفية دعم AIED أو تعزيزها، ورغم تعدد الإطارات المفاهيمية التي يمكن إستخدمها إلا أننا نعتقد أن اختيار الإطارات الخاصة بنا مناسب ومفيد لعدة أسباب: أولا تركز الإطارات المختارة كل منها على بعد مهم و مختلف من عملية تعزيز النهج التعليمية بالتكنولوجيا، ثانيا هي واسعة بما يكفي لاستيعاب النهج التعليمية الستة التي نتعامل معها، وهو الأمر الذي لا ينطبق على جميع النظريات التعليمية.

1. خلفية مفاهيمية

نصف بإيجاز الإطارين المفاهيميين المؤسسين التي نستخدمها لفهم كيفية دعم أنظمة AIED لأساليب التعليم المختلفة، بهدف شرح العدسات المفاهيمية التي نستخدمها، يركز إطار "S/vL" على مستوى المساعدة المقدمة للمتعلمين، وهو مفهوم مهم في تصميم التعليم اقترحه لأول مرة (Soller et al., 2005) ثم توسع فيه (VanLehn et al., 2017)، وكان مصمما في الأصل للتعلم التعاوني المدعوم بالحاسوب (CSCL) ومع ذلك، يجادل VanLehn بأنه ينطبق على العديد من الأساليب التعليمية الأخرى.

يعتبر هذا الإطار بيئة التعلم المعتمدة على الحاسوب كدورة يقوم فيها الطلاب بأداء المهام، ويجمع النظام البيانات حول أدائهم ويحللها لتقديم الدعم اللازم أطلق Soller على هذه الدورة اسم

"دورة إدارة التعاون" بينما أطلق VanLehn عليها اسم "الدورة التنظيمية"، ويتم تصنيف الدعم المقدم للطلاب داخل هذه الدورة إلى أربعة أنواع:

- **التنظيم الذاتي/ التشارك الذاتي:** عندما يدير التلاميذ الدورة التنظيمية بأكملها بأنفسهم، ويعدلون أدائهم نحو معيار ذهبي.
- **التماثل:** يراقب النظام أداء التلاميذ ويعرض هذه المعلومات لهم.
- **التغذية الراجعة التكوينية:** يراقب النظام الأداء، ويقارنه بمعيار ذهبي ويبلغ التلاميذ بنتائج المقارنة.
- **الإرشاد:** يراقب النظام الأداء، ويقارنه بمعيار ذهبي، إما لتقديم نصائح للتلاميذ أو لتعديل المهمة أو السياق. (Boulay et al., 2023)

هذه الفئات، كما أوضح Van Lehn تقدم نهجا منظما لمستويات مختلفة من تدخل النظام في عملية التعلم، بهدف تحسين النتائج التعليمية من خلال تعديل الدعم بناء على أداء التلاميذ.

غالبا ما تعتبر القدرة على تكييف التعليم وفقا لاحتياجات المتعلمين علامة مميزة لأنظمة الذكاء الاصطناعي في التعليم (AIED)، و وفقا لـ Aleven نعتبر التعليم تكيفيا إلى الدرجة التي يأخذ فيها بعين الإعتبار أن المتعلمين يختلفون في نواح عديدة وأنهم يتغيرون باستمرار أثناء تعلمهم مثل بناء الفهم أو تطوير المهارات والاهتمامات وطرق جديدة لتنظيم تعلمهم ذاتيا (Holstein et al., 2017) كما يكون التعليم تكيفيا إلى الدرجة التي يتم تصميمه فيها بفهم عميق للتحديات الشائعة التي يواجهها المتعلمون داخل مجال المهمة المعينة، لذا تشترك هذه الجوانب الثلاثة من التكيف في أنه عوضا من مطالبة المتعلمين بالتكيف مع بيئة التعليم، نقوم بتغيير بيئة التعليم لتتوافق مع احتياجات المتعلم.

يقسم Aleven المفهوم الواسع للتكيف على طول بعدين رئيسيين: ما الميزات التي يتم تكييفها في التعليم؟ استجابة لأي متغيرات للطلاب يتم تكييفها؟ فيما يتعلق بالسؤال الأول تميز شبكة التكيف بين ثلاث فئات واسعة من عمليات التكيف، والتي تختلف في المدة الزمنية التي يحدث فيها التكيف حيث يمكن تعديل التعليم ديناميكيا في وقت تشغيل التلميذ، إما داخل المهام (التكيف في دورة الخطوة ضمن المدى الزمني القصير) أو فيما يتعلق باختيار المهام (التكيف في دورة المهمة ضمن المدى الزمني المتوسط)، كفئة ثالثة يمكن تعديل التعليم في وقت التصميم أي بين استخدامات النظام.(Long & Aleven, 2017)

استنادا إلى تحليل غير متصل بالإنترنت لبيانات النظام التعليمي (التكيف في دورة التصميم ضمن المدى الزمني الطويل) يركز هذا النوع الثالث من التكيف على تحديث النظام بحيث يساعد

المتعلمين بشكل أفضل على معالجة التحديات التي يواجهها جميع المتعلمين يستند التمييز بين دورة مهمة النظام ودورة الخطوة إلى مفهوم Van Lehn للدورات التنظيمية، ففي التكيف في دورة الخطوة يختلف النظام في عناصر دعمه على مستوى خطوات المشكلة، مثل التوجيهات، والتلميحات، والتغذية الراجعة سواء تم تقديم خطوة كخطوة محلولة للطالب لشرحها أو كخطوة مفتوحة لحلها، أما في التكيف في دورة المهمة، قد يستند اختيار المهمة التالية (لطالب معين، في لحظة معينة من عملية التعلم) بشكل تكيفي إلى سمات مثل المعرفة المطلوبة، الجهد المطلوب، موضوع المحتوى.

أما بالنسبة للبعد الثاني (استجابة لأي متغيرات للطلاب يتم تكييف التعليم؟)، تميز شبكة التكيف بين خمس مجالات نفسية واسعة، ضمن كل منها يمكن تمييز العديد من المتغيرات تم تكييف التعليم معها، أثبتت أربعة من هذه المجالات أنها أساس مثمر للتعليم التكيفي: نمو المعرفة، الأخطاء/الاستراتيجيات، التحفيز/التأثير، والتنظيم الذاتي يشكل البعدين معا مصفوفة 3×5، شبكة التكيف، التي تلتقط مساحة تصميم كبيرة، مفتوحة النهاية، ومتطورة باستمرار للتكيف في تقنيات التعلم.

2. تنفيذات AIED للأساليب التعليمية الستة

1.2 التعلم من حل المشكلات: تعرف الأنظمة التي تدعم حل المشكلات باسم "أنظمة التدريس الذكية" (ITSs)، وتوفر أعلى مستوى من الدعم في إطار S/νL (الإرشاد)، غالبا مع أشكال متعددة من التكيف، وفقا لشبكة التكيف تهدف أنظمة AIED لحل المشكلات المدرسية إلى مساعدة التلاميذ في اكتساب المعرفة المعقدة لحل المشكلات، وعادة ما تكون مزيجا من المهارة والتحليل المفاهيمي، تلخص ست مراجعات شاملة في المجلات التعليمية الرائدة الأدلة القوية على أن هذه الأنظمة يمكن أن تعزز بشكل كبير تعلم التلاميذ في العديد من المستويات التعليمية، مقارنة بأشكال التعليم الأخرى. (Fang et al., 2019،Sibley et al., 2024)

تعتمد أنظمة AIED لحل المشكلات بالتدريس كمدربين تكيفيين من حيث إطار S/νL حيث يقدم هذا النوع من النظام بيئة لحل المشكلات، مع واجهة مستخدم مصممة "لجعل التفكير مرئيا" ومع أدوات تمثيلية للاستخدام إذ يتابع النظام مع التلميذ أثناء حل المشكلات في هذه الواجهة، ويوفر توجيها مفصلا يمكن وصف توجيهه بأنه "إرشادي" بطبيعته، بمعنى أن النظام يوفر تغذية راجعة حول صحة الحلول ويصر على الحلول الصحيحة، تظهر توجيهات أنظمة AIED عدة أشكال من التكيف على مستوى الخطوة كالتوجيه التكيفي لخطوات المشكلة، وتغذية راجعة حول صحة محاولات التلميذ في خطوات حل المشكلة، ورسائل التغذية الراجعة الخاصة بالأخطاء التي تشرح سبب خطأ الخطوة، مع تلميحات حول كيفية إصلاحها، وتلميحات الخطوة التالية أي النصيحة

حول ما يجب القيام به بعد ذلك عندما يتعثر التلميذ، بهذه الطريقة يتكيف النظام مع استراتيجية التلميذ ضمن المشكلة المعينة والأخطاء المحددة التي يرتكبها.

كما تدعم أنظمة AIED لحل المشكلات بالتدريس التعلم من خلال تحقيق الإتقان في حلقة المهام، فوفقا لهذا الأخير يجب على التلميذ إثبات إتقانه للأهداف التعليمية لوحدة دراسية معينة قبل الانتقال إلى الوحدة التالية، و تملك تطبيقات التعلم القائم على تحقيق الإتقان في أنظمة AIED فوائد إضافية مقارنة بالنهج غير التكنولوجي، حيث لا حاجة لأنشطة تقييم منفصلة لتحديد ما إذا كان التلميذ قد أتقن الأهداف التعليمية المستهدفة، فنظام AIED كجزء من توجيهه يلتزم بتقييم التلميذ بإستمرار كما يتتبع نمو معرفته فيما يتعلق بمكونات المعرفة الدقيقة جدا، فإنه يمكنه اختيار المشكلات التي تستهدف احتياجات المعرفة لديه بدقة كبيرة، مما قد يساعد التلميذ على التعلم بكفاءة. (Chichekian & Benteux, 2022)

تم العثور على ميزات أخرى فعالة في تطبيقات AIED لحل المشكلات بالتدريس، مثل دعم الشرح الذاتي بعض الأنظمة تقوم بتفكيك المشكلات إلى خطوات بشكل تكيفي استجابة للصعوبات التي يواجها التلميذ، بدلا من البدء من البداية كما هو معتاد في أنظمة AIED لحل المشكلات بالتدريس، بهذه الطريقة يحصل التلميذ على فرصة لتفكيك المشكلات بنفسه، دون أن يتولى النظام دائما هذا الجانب المهم من حل المشكلات، وقد استكشفت أعمال أخرى مزايا المراجعة بعد العمل، المعروفة أيضا بالتفكير بعد المشكلة أو المتابعة الانعكاسية، حيث يتم دعم التلاميذ في التفكير في حلهم للمشكلة.

البحث الحديث في مجال (AIED) ركز على تصميم أدوات تساعد المعلمين في توجيه التلاميذ بشكل أفضل خلال تعاملهم مع مدرسي المشكلات، استكشفت مشاريع مختلفة أدوات مرتبطة بمواقف استخدام مختلفة بما في ذلك الدعم الفوري لأساتذة التعليم، والدعم لمناقشة الواجبات المنزلية في الصف الدراسي التي تمت باستخدام أنظمة التعليم الذكي، والدعم لتخصيص خطط الدروس استنادا إلى التحليلات من نظام التعليم وقد أظهرت الدراسات (Mehrfar et al., 2024) أن أداة زيادة الوعي للأستاذ، التي تعمل بالتوازي مع نظام الذكاء الاصطناعي لحل المشكلات، يمكن أن تساعد التلاميذ على التعلم بشكل أفضل.

2.2 التعلم من الأمثلة: تم التركيز في مجال AIED على توفير الدعم التكيفي للتعلم من الأمثلة التفاعلية، في هذا النهج التعليمي يتم إعطاء التلاميذ مشكلة مع حل خطوة بخطوة ويطلب منهم دراسة الحل، وعادة ما تكون هذه الأمثلة من نفس نوع المشكلات التي سيتعلم التلاميذ في النهاية حلها بأنفسهم، ومن الشائع دمج التعلم من الأمثلة مع التعلم من حل المشكلات، يعطى التلاميذ

أمثلة تظهر الحلول الصحيحة للمشكلات، ولكن بعض الأعمال المثيرة للاهتمام أظهرت أن جعل الطلاب يشرحون الحلول التي تحتوي على أخطاء والتي يشار إليها بـ"الأمثلة الخاطئة" يمكن أن يكون فعالا أيضا (Boulay et al., 2023) تميل دراسة الأمثلة إلى أن تكون فعالة بشكل خاص في مساعدة الطلاب على تعزيز النقل المفهومي.

بناء عمل AIED على التعلم من الأمثلة يعتمد على الأدبيات الواسعة في علم النفس المعرفي والتربوي حول التعلم من الأمثلة والتفسير الذاتي، و "تراجع الخبرة" إحدى النتائج الرئيسية في الأدبيات (Biswas et al., 2016) هي أن دراسة العديد من الأمثلة المحلولة مبكرا خلال اكتساب المهارات، تليها تمارين حل المشكلات، هو مزيج فعال للغاية من الأساليب التعليمية، كما أن التلاميذ يتعلمون أكثر عندما يفسرون خطوات حلول الأمثلة بأنفسهم، لذلك غالبا ما تدعم أنظمة AIED دراسة الأمثلة من خلال مطالبتهم بتقديم تفسيرات كما توفر ملاحظات شكلية حول هذه التفسيرات.

تستخدم أنظمة AIED مجموعة متنوعة من صيغ الإدخال للتفسيرات: بعض الأنظمة تقدم قوائم يمكن اختيار التفسيرات منها أو واجهات منظمة لتجميع التفسيرات، بينما تتيح أنظمة أخرى للتلاميذ كتابة التفسيرات بكلماتهم الخاصة وتقديم ملاحظات على التفسيرات المكتوبة.

من حيث إطار عمل S/vL، تقدم أنظمة AIED لدراسة الأمثلة المساعدة في شكل تعليقات formative وأشكال أخرى من التدريب، عادة ما تركز تعليقاتهم على صحة تفسيرات التلاميذ، حيث يشترطون تقديم تفسيرات صحيحة من التلاميذ قبل السماح لهم بالانتقال إلى المثال أو المشكلة التالية، وغالبا ما يقدمون تلميحات حول كيفية شرح خطوات المثال (مثل، ما قد يكون المبدأ الأساسي لحل المشكلات وكيف يمكن تطبيقه على الخطوة المعنية).

قامت أنظمة AIED التي تدعم دراسة الأمثلة بتنفيذ أشكال مختلفة من التكيف، في دورة الخطوة الخاصة بهم، توفر بعض الأنظمة تعليقات تكيفية على تفسيرات التلاميذ لخطوات المثال، نظام واحد يختار بشكل تكيفي خطوات المثال لشرحها بناء على حالة معرفة التلميذ الفردية، بحيث يطلب من التلاميذ فقط شرح الخطوات التي لديهم معرفة محدودة بها والتي لديهم أكبر استفادة منها، في دورة المهام الخاصة بهم يقوم نظام واحد بشكل تكيفي بتقليل الأمثلة المحلولة تدريجيا، وينتقل تدريجيا من تقديم الأمثلة المحلولة إلى تقديم مشكلات مفتوحة لحلها بطرق مخصصة، و أخيرا ركز مشروع واحد على شكل من أشكال التكيف في دورة التصميم، حيث قاموا بإنشاء مجموعة من الأمثلة الخاطئة بناء على تحليل أخطاء التلاميذ في بيانات سجل نظام التعليم الذكي.

3.2 التعلم الاستكشافي: تحت الفئة الواسعة للتعلم الاستكشافي تندرج مجموعة متنوعة من الأساليب والأنظمة التي تشجع التلاميذ على الانخراط في البحث والتجريب كجزء من عملية التعلم

والأدوات الرقمية المرتبطة بهذه الأساليب تتنوع من المحاكيات إلى المختبرات الافتراضية، ومن العوالم الدقيقة إلى الأدوات الافتراضية الخاصة بالمهام أو غيرها من البيئات غير المحددة الأهداف، نشير إليها مجتمعة بالبيئات التعليمية الاستكشافية (ELEs).

في هذا السياق، يهدف الدعم المقدم من AIED إلى مساعدة التلميذ في اكتساب المعرفة المفاهيمية الخاصة بالمجال أو مهارات أخرى عالية المستوى مثل الاستفسار، حل المشكلات بشكل عام، أو التعلم الذاتي المنظم.

بالنسبة للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) على وجه الخصوص، توفر البيئات التعليمية الاستكشافية (ELEs) للمتعلمين فرصا للتفاعل مع مجال ما واستكشاف مجموعة من الإمكانيات التي سيكون من الصعب تجربتها مباشرة، حيث تتيح العوالم الرياضية والمحاكيات العلمية التفاعلية للتلاميذ استكشاف المفاهيم الأساسية من خلال هيكل الأشياء ضمن البيئة، خاصة في الرياضيات يشجع التلاميذ على استكشاف التمثيلات الخارجية التي تجعل هذه المفاهيم ملموسة وقابلة للوصول (Boulay et al., 2023)، مثلا توفر بيئات الهندسة الديناميكية مثل Geogebra (http://geogebra.org/) التمثيلات الخارجية المتاحة للاستكشاف.

كما تم بحث عوالم دقيقة في مجال تعليم الرياضيات بما في ذلك العوالم الدقيقة للجبر والكسور بشكل مشابه، فيمكن للمتعلمين التحكم في المتغيرات أو مراقبة النتائج للإجابة على أسئلة "ماذا لو"، أو لفهم النموذج الكامن وراء المحاكاة من الأمثلة البارزة على ذلك محاكيات PhET (Banda & Nzabahimana, 2023)، التي صممت خصيصا لتوفير فرص للتجريب، في بعض البيئات التعليمية الاستكشافية يتعلم التلاميذ من خلال بناء نماذج تنفيذية للظواهر العلمية، وتشغيل النماذج، ومراقبة العواقب (مثل تحليل البيانات الناتجة عن تشغيل النموذج)، وتعديل نماذجهم حسب الحاجة.

تستخدم نتائج عملية النمذجة لتحديد تفاعلات المتعلمين ضمن مجموعة من الإحتمالات أو لتغذية تقنيات التحليل والتفكير الأخرى، في محاولة لتوجيه أو تدريب التلميذ نحو استفسار أو استكشاف فعال للبيئة أو إكمال المهمة الحالية، وبذلك وعلى عكس التعليقات في حل المشكلات الموجه، هناك تركيز أقل على صحة الإجابات، يوفر هذا النهج إطارا لإستراتيجيات تعليمية لدعم استكشافهم في البيئات التعليمية الاستكشافية، استنادا إلى الأدلة التجريبية ووجهات النظر النظرية. تتنوع هذه الاستراتيجيات من دعم التفاعل مع البيئة الرقمية (من خلال لفت الانتباه إلى خصائصها) إلى تشجيع التوجه نحو الأهداف (بدعم التلاميذ لتحديد والعمل نحو أهداف محددة) إلى استراتيجيات محددة للمجال (إثارة صراع معرفي أو عرض أمثلة معاكسة).

في بعض الأنظمة يمكن للتلميذ طلب الدعم عن طريق زر المساعدة، وقد تتدخل هذه الأنظمة أيضا بشكل استباقي (بمبادرة من النظام) عندما يكتشف النظام أن المستخدم قد انحرف كثيرا عن التفاعل المتوقع لتستجيب عن طريق اقتراح استراتيجيات بديلة، خاصة في التركيبات الرياضية (مثل في eXpresser أو GeoGebra)، تعد استراتيجية شائعة هي لفت الانتباه إلى نقص العمومية في التركيب عن طريق "إفساده" ومساعدة التلميذ على تمييز المتغيرات والثوابت التي تنبثق مباشرة من أفعالهم كما توفر بعض الأنظمة تعليقات تستهدف دوافع التلاميذ وجهودهم والتي تكون منفصلة أو إضافية للتعليقات المتعلقة بالمجال أو المهمة. تشمل الأمثلة الدعم العاطفي أو الدعم التحفيزي المقدم فيInvention Coach.

4.2 التعلم التعاوني: تشجع جميع بيئات التعلم التعاوني المتعلمين على الانخراط في التفاعل الذي يؤدي إلى بناء معرفة جديدة معا، مع كون البناء والتعاون هما العنصران الرئيسيان يقدم King قائمة بالأنشطة التي يمكن أن تعزز التعلم أثناء التعلم التعاوني، مثل التعبير وتوضيح الأفكار، وجعل الروابط بين المفاهيم واضحة، وتسوية التناقضات المعرفية التي تنشأ من وجهات النظر المعارضة، (Amarasinghe et al., 2017) يمكن أن تحدث هذه الأنشطة بين أزواج من التلاميذ أو في مجموعات صغيرة من المتعلمين، أو مع الفصل بأكمله.

يعتمد مجال التعلم التعاوني المدعوم بالحاسوب (CSCL) على فكرة تسهيل أو دعم التعلم التعاوني من خلال الأدوات الرقمية وغالبا ما توفر هذه الأدوات دعما مستهدفا على شكل "نص" يوجه التعاون من خلال تقديم مجموعة من الأدوار والأنشطة أو التفاعلات التي يتعين على التلاميذ اتباعها، ومع ذلك حتى مع الدعم الرقمي الذي يمكن أن يساعد في توجيه وتسهيل عمليات التعاون بينهم، يمكن أن تؤدي النهج الموحدة في الدعم إلى الإفراط أو النقص في النصوص، مما قد يعيق التعلم يمكن أن يتناول النص التكيفي هذه القضايا من خلال تخصيص دعم التعاون استنادا إلى خصائص المتعلمين الفرديين، وبشكل عام يعتبر الدعم المخصص بناء على احتياجات الأفراد ميزة قوية يجلبها AIED إلى أساليب التعلم التعاوني.

لتوضيح مدى الدعم الذي توفره (AIED) للتعلم التعاوني، استعرضت الأبحاث السابقة الأنظمة التكيفية التعاونية لتحديد عدة أبعاد يمكن أن تتنوع فيها التكيفيات، تم تلخيص هذه الأبعاد في إطار عمل للتعلم التعاوني المدعوم بالحاسوب (CSCL) طوره Rummel كما يظهر في هذا الإطار، يمكن أن يحدث التكيف قبل أو أثناء أو بعد النشاط التعاوني. على سبيل المثال، يتضمن التكيف المسبق تشكيل المجموعات التكيفية (Amarasinghe et al., 2017)

من ناحية أخرى تقدم الأنظمة أيضا دعما تكيفيا يستهدف عملية التعاون نفسها فتختلف البيانات المستخدمة في هذه الأنظمة بشكل كبير، فقد تركز الأنظمة التي تستخدم وكلاء محادثة على الشاشة أو الروبوتات على الحوار الذي يحدث بين التلاميذ من خلال نمذجة أنماط المحادثة بينهم (Nguyen, 2022)، كما استخدم الباحثون بيانات السجلات من النظام لتوفير دعم تكيفي حول الأفعال التعاونية، ففي واجهة سطح المكتب يمكن استخدام أنماط التفاعل باللمس للمجموعة لتسهيل التعاون من خلال جعل الطلاب يصوتون على الإجراءات التي ستؤثر على الحالة العالمية للمشروع أو قفل الإجراءات لمستخدم لتشجيع التركيز الجماعي كمثال آخر، قدم نظام COLLER الدعم للتلاميذ حول العملية التعاونية من خلال وكيل تربوي عن طريق تتبع حلول المشكلات والمشاركة.

عند النظر في كيفية توافق هذا الدعم مع أطرنا، يمكننا أن نرى مجموعة متنوعة من الدعم المقدم، بما أن إطار S/vL بدأ في بيئة تعاونية، قد لا يكون من المفاجئ أن يكون الدعم المقدم يشمل الفئات التي يتم التقاطها في هذا الإطار، يمكن أن تتضمن المعلومات المعكوسة كلا من المستوى الاجتماعي (مثل من يساهم ومقدار مساهمته) والمستوى المعرفي (مثل من يعرف أي معلومات) كما قدمت بعض أنظمة التعلم التعاوني تغذية راجعة تكوينية على العمل في المجال، و أخيرا أنظمة التدريب شائعة في الأنظمة الأكثر تكيفا التي تقدم نصائح، فيما يتعلق بجدول التكيف يحدث الكثير من التكيف عند مستويات الخطوة والمهمة، والتي قد تتوافق بشكل تقريبي مع فكرة النصوص الدقيقة والنصوص الكبيرة، حيث تؤثر النصوص الدقيقة على عمليات التفاعل وتوجه النصوص الكبيرة الأنشطة التعليمية والظروف.

5.2 التعلم القائم على الألعاب: تم تصور الألعاب التعليمية في الأصل كمنصة تعليمية جديدة مع دعم فعاليتها في النهاية بواسطة دراسات وتحليلات متعددة، تختلف تفاعلات التلاميذ مع بيئة اللعبة التعليمية بشكل جوهري عن تلك الموجودة في منصات أخرى، مثل المدرسين الذكيين. على سبيل المثال، في لعبة Crystal Island، يتعلم التلاميذ عن علم الأحياء الدقيقة من خلال حل مشكلة واقعية تتعلق بتشخيص الأضرار، ويتفاعلون مع شخصيات غير لاعبة (تسمى أيضًا "وكلاء تربويين" أو "رفاق تعلم") وأثناء تقدمهم في لعبة Auto Thinking يتعلم الطلاب البرمجة ليس عن طريق كتابة الشفرات ولكن عن طريق التحكم في فأرة للهروب من قطتين في متاهة.

وبالتالي يؤهل التعلم القائم على الألعاب كنهج تعليمي خاص به، مع التركيز على غمر التلاميذ في بيئات خيالية (أو افتراضية) وبشكل أكثر رسمية نعرف اللعبة التعليمية الرقمية كنظام تفاعلي قائم على الكمبيوتر حيث يشارك المستخدمون (أي اللاعبون) في أنشطة تتضمن المرح والتحدي

و/أو الخيال، حيث تكون الأهداف التعليمية والترفيهية جزءا من النظام، وحيث توجه القواعد المحددة مسبقا اللعب.(Awan et al., 2019)

والأبحاث المتعلقة بمجال (AIED) كثفت من الدراسات حول الألعاب التعليمية الرقمية على مدار الـ15 عاما الماضية وجدنا أنه من المفيد تقسيم الألعاب التعليمية الرقمية إلى أربع فئات عامة، تحتوي هذه الفئات على عناصر من إطار S/vL

*** ألعاب التكيف القائمة على الذكاء الاصطناعي:** توفر هذه الألعاب دعمًا شخصيا للتلاميذ على شكل مشاكل متكيفة، وتلميحات، ورسائل خطأ، وبالتالي تتوافق هذه الفئة من الألعاب مع مستوى "التدريب" في إطار S/vL،).(Zirawaga et al., 2017) مثل MathSpring وهي لعبة تعلم الرياضيات للتلاميذ من الصفوف المتقدمة، حيث تقوم بتكييف اختيار المشكلة بناء على ثلاثة أبعاد من سلوك التلاميذ : محاولات حل المشكلة، المساعدة المطلوبة، والوقت المستغرق للإجابة (التكيف في حلقة المهمة). تتكيف MathSpring بناء على الحالة العاطفية للتلميذ.

*** ألعاب دعم اتخاذ القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي:** توفر لوحة معلومات تحتوي على معلومات حول نمو وتقدم التلاميذ، أو تقدم توصيات بناء على هذه المعلومات تتوافق هذه الفئة من الألعاب مع مستويات "المرايا" و"التدريب" في إطار S/vL، يكون المتعلم هو المسيطر على ما إذا كان سيتبع التوصية أم لا، تم تصميم هذه الألعاب لدعم التعلم الذاتي التنظيمي، مثل لعبة Physics Playground وهي لعبة فردية لتعلم الفيزياء هدفها هو حل المشكلات المتعلقة بضرب البالون بكرة باستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات المتاحة في بيئة اللعبة، لتحفيز أداء التلميذ واستخدام دعم التعلم أضاف المؤلفون نظام حوافز وتوصيات يسمى My Backpack، يستند إلى "التقييم الخفي" لمفاهيم ومهارات الفيزياء لديهم، بالإضافة إلى مساحة لتخصيص اللعب يمكن للتلاميذ استخدام ملاحظات My Backpack لمساعدتهم في اختيار النشاط التالي.

*** ألعاب التفاعل مع الشخصيات القائمة على الذكاء الاصطناعي:** بعض الألعاب التعليمية الرقمية في AIED تستخدم شخصية غير لاعبة (NPC) مدفوعة بالذكاء الاصطناعي لدعم تعلم التلاميذ، تعرف هذه الشخصيات بالوكلاء التربويين أو رفاق التعلم، (Boulay et al., 2023) يمكن أن تعزز الألعاب في هذه الفئة تجربة تعلم غامرة مع تقليل القلق الاجتماعي المرتبط بالأنشطة الصفية التقليدية ربما يكون أكثر ألعاب AIED بروزا في هذه الفئة هما نظام التدريب التكتيكي للغة والثقافة.

6.2 التعلم من خلال التدريس: يقدم أحد التلاميذ إرشادات لآخر أثناء تعلمهما لموضوع معين لذا فهو شكل من أشكال التعلم التعاوني، ولا يفترض أن التلميذ الذي يقوم بدور المعلم قد أتقن المادة

تماما، بل غالبا ما يكون التلاميذ أقرانا ضمن نفس المجموعة الاجتماعية ويعملون على نفس الأهداف التعليمية.

يكون دور "التلميذ المدرس" مأخوذا إما من قبل إنسان آخر (مثل في التدريس بين الأقران) أو من قبل النظام (مثل التلاميذ الافتراضيين القابلين للتعليم) (Lachner et al., 2021)، توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي مع التلاميذ الافتراضيين توجيها تكيفيا لدعم الطالب البشري (في دور المعلم) في أن يصبح مدرسا أفضل، كما هو الحال في Betty's Brain وهي وكيلة قابلة للتعليم تعمل بالذكاء الاصطناعي، تستخدم خريطة سببية لمجال المهمة التي أنشأها التلميذ للتفكير في مشكلة معينة والإجابة على أسئلة الاختبار، تعتمد الأسئلة التي يمكنها الإجابة عليها وكيفية تفكيرها في المشكلة على ما علمه الطالب البشري لها (أي، الخريطة السببية التي أنشأها)، وبالتالي توفر ردود فعل موضعية، وتحفز هذه الردود الفعل التلميذ على تحديث الخريطة في ضوء الإجابات الخاطئة على أسئلة الاختبار، حتى يمكنها تحقيق أداء أفضل في الاختبار التالي.

أظهرت الدراسات مع Betty تحقيق مكاسب تعلم قوية في أسئلة الاختيار المتعدد والأسئلة القصيرة، على الرغم من أن التلميذ في دور التدريس يعلم أن التلميذ الافتراضي ليس إنسانا، إلا أن هناك مزايا تحفيزية في دور التدريس، يمكن أن يؤدي كون التلميذ مسؤولا عن تعلم شخص آخر، تم تسمية هذه الظاهرة بـ"تأثير الحامي".

تتمثل إحدى القدرات الرئيسية لهذا النهج في أن التلميذ الافتراضي غالبا ما يمكنه التعلم فعليا (باستخدام التعلم الآلي) أو يمكنه استنتاج المعلومات المقدمة من التلميذ البشري (باستخدام طرق الاستدلال بالذكاء الاصطناعي)، وهي ميزة فريدة من نوعها لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم (Lachner et al., 2021)، غالبا ما يتم تقديم ردود الفعل إلى التلميذ المدرس من خلال سلوك التلميذ الافتراضي مثل كيفية أدائه في حل المشكلات أو في اختبار يتعلم النظام ويقوم بنمذجة سلوكيات المتعلم المنتجة مما يسمح بالتكيف مع سلوكيات المدرس.

وبالمثل، في نظام "التلميذ المحاكي" يقوم التلميذ المعلم بتعليم التلميذ الافتراضي عن طريق اختيار مسألة رياضية ليحلها التلميذ الافتراضي، أثناء محاولته حل المسألة يقدم التلميذ البشري تغذية راجعة حول الصحة ويعطي الإجابات الصحيحة عندما يكون التلميذ الافتراضي في حيرة.

نصل إلى نتيجة تتخلص في أن AIED يوفر دعما فعالا لمجموعة متنوعة من الأساليب التعليمية من خلال التوجيه التكيفي، والذي يشمل تقديم التغذية الراجعة التكوينية والتوجيه المباشر ويتيح هذا التوجيه التكيفي للطلاب تحقيق أهداف التعلم بكفاءة من خلال تخصيص الدعم بناء على أداء التلاميذ والتقدم الذي يحرزونه.

خاتمة:

تطبق مراجعتنا إطارين مفهوميين معتمدين ومتكاملين، وهما مستويات المساعدة وشبكة التكيف لمقارنة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم (AIED) لستة مناهج تعليمية، ووجدنا أن هناك تنوعا في طرق مساعدة أنظمة AIED للمتعلمين وتكيفها مع احتياجاتهم، وتزداد الأنظمة الحديثة للذكاء الاصطناعي في التعليم دعما لاحتياجات للأساتذة، وهو إضافة هامة للأبحاث السابقة.

تسلط مراجعتنا الضوء على العديد من أشكال التكيف، بما في ذلك أشكال التكيف مع مشاعر التلاميذ، والتعاون، والعلاقات، وغالبا ما تكون هذه الأشكال مدمجة مع متغيرات أخرى، التكيف الهجين وفقا لمصطلحات Aleven مساحة تصميم التكيف في تكنولوجيا التعلم غير محددة وتتطور باستمرار، وقد يكون الفهم العلمي لما هي أشكال التكيف الأكثر فائدة للمتعلمين مساهمة فريدة من نوعها لـ AIED في مجال التعلم المعزز بالتكنولوجيا، كما نجد في مراجعتنا أن دعم أهداف تعليمية متعددة داخل AIED واحد هو أكثر شيوعا مما كنا نتوقع، مما يمثل مشكلة تصميمية صعبة نتوقع أن ينتج المجال أشكالا جديدة من التكيف، للمساعدة بشكل ديناميكي على تحقيق التوازن بين دعم الأهداف التعليمية المختلفة.

كما تشير مراجعتنا فقد وثقت الأبحاث التجريبية فعالية تطبيقات AIED لجميع المناهج التعليمية الستة، غالبا من خلال دراسات أجريت في بيئات تعليمية حقيقية (المدارس، الدورات الجامعية، بيئات التعلم عبر الإنترنت الأكاديمية..) على الرغم من أن كمية الأدلة التجريبية المنتجة تختلف بشكل كبير عبر المناهج التعليمية، فقد أثبتت جميع المناهج التعليمية فعاليتها في الدراسات التجريبية.

من خلال تقديم المساعدة التكيفية الفعالة، يمتلك الذكاء الاصطناعي في التعليم (AIED) القدرة على جعل استخدام المناهج التعليمية ممكنا على نطاق واسع، وهي المناهج التي (بدون دعم AIED) قد تتطلب تدخلا كبيرا من المعلم لتكون مناسبة للاستخدام في الفصول الدراسية أو مع أعداد كبيرة من الطلاب، ونرى بالفعل هذا النوع من التوسع في الممارسة التعليمية لتطبيقات AIED في حل المشكلات الموجهة.

- قائمة المراجع:

- Amarasinghe, I., Hernández-Leo, D., & Jonsson, A. (2017). Intelligent Group Formation in Computer Supported Collaborative Learning Scripts. 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 201–203. https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.62

- Awan, O., Dey, C., Salts, H., Brian, J., Fotos, J., Royston, E., Braileanu, M., Ghobadi, E., Powell, J., Chung, C., & Auffermann, W. (2019). Making Learning Fun: Gaming in Radiology Education. Academic Radiology, 26(8), 1127–1136. https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.02.020

- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. Journal of Science Education and Technology, 32(1), 127–141. https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3

- Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(1), 350–364. https://doi.org/10.1007/s40593-015-0057-9

- Boulay, B. du, Mitrovic, A., & Yacef, K. (Eds.). (2023). Handbook of Artificial Intelligence in Education. Edward Elgar Publishing.

- Chichekian, T., & Benteux, B. (2022). The potential of learning with (and not from) artificial intelligence in education. Frontiers in Artificial Intelligence, 5. https://doi.org/10.3389/frai.2022.903051

- Fang, Y., Ren, Z., Hu, X., & Graesser, A. C. (2019). A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning. Educational Psychology, 39(10), 1278–1292. https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1495829

- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2017). Intelligent tutors as teachers' aides: Exploring teacher needs for real-time analytics in blended classrooms. Proceedings of

the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference, 257–266. https://doi.org/10.1145/3027385.3027451

- Lachner, A., Fabian, A., Franke, U., Preiß, J., Jacob, L., Führer, C., Küchler, U., Paravicini, W., Randler, C., & Thomas, P. (2021). Fostering pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): A quasi-experimental field study. Computers & Education, 174, 104304. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104304

- Long, Y., & Aleven, V. (2017). Enhancing learning outcomes through self-regulated learning support with an Open Learner Model. User Modeling and User-Adapted Interaction, 27(1), 55–88. https://doi.org/10.1007/s11257-016-9186-6

- Mehrfar, A., Zolfaghari, Z., Bordbar, A., & Karimimoghadam, Z. (2024). The Evolution of E-Learning towards the Emergence of Artificial Intelligence (A Narrative Review). 2024 11th International and the 17th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT), 1–5. https://doi.org/10.1109/ICeLeT62507.2024.10493104

- Nguyen, H. (2022). Let's teach Kibot: Discovering discussion patterns between student groups and two conversational agent designs. British Journal of Educational Technology, 53(6), 1864–1884. https://doi.org/10.1111/bjet.13219

- Sibley, L., Lachner, A., Plicht, C., Fabian, A., Backfisch, I., Scheiter, K., & Bohl, T. (2024). Feasibility of adaptive teaching with technology: Which implementation conditions matter? Computers & Education, 219, 105108. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105108

- Soller, A., Martínez, A., Jermann, P., & Muehlenbrock, M. (2005). From Mirroring to Guiding: A Review of State-of-the-Art Technology for Supporting Collaborative Learning. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 15(4), 261–290.

- Van Lehn, K., Wetzel, J., Grover, S., & Sande, B. van de. (2017). Learning How to Construct Models of Dynamic Systems: An Initial Evaluation of the Dragoon Intelligent Tutoring System. IEEE Transactions on Learning Technologies, 10 (2), 154–167. IEEE Transactions on Learning Technologies. https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2514422

- Zirawaga, V. S., Olusanya, A. I., & Maduku, T. (2017). Gaming in Education: Using Games as a Support Tool to Teach History. Journal of Education and Practice, 8(15), 55–64.