النمذجة الحاسوبية كأداة تعليمية-تعلمية

الباحث أحمد جوهاري
جامعة ابن طفيل-المغرب

ملخص

في هذه الورقة، سننظر في كيفية استخدام النماذج الحاسوبية في تعزيز فهمنا للتعلم وطريقتنا في التعليم، من خلال مفهوم "النمذجة الحاسوبية". ويعد هذا المفهوم تمثيلًا مبسطًا للمبادئ النظرية الرئيسية المعتمدة في مقاربة الظاهرة التربوية. في إطار النمذجة الحاسوبية، يتم تنفيذ المبادئ على شكل برنامج حاسوبي، بينما في علم الأعصاب التربوي، يتم استخدام أجهزة الحاسوب؛ كنظم نموذجية بطريقتين مختلفتين، ولكنهما مرتبطان، وهذه الطرق، هي: أولاً، تُستخدم أجهزة الحاسوب لفهم الآليات المعرفية التي تكمن وراء عملية التعلم. ثانيًا، يتم استخدام أجهزة الحاسوب كأدوات تعليمية تكون نموذجًا لتفاعل المدرس مع المتعلم. يمكن أن تتخذ هذه الطرق شكل من أشكال أنظمة التدريس الذكية.

الكلمات المفاتيح: النمذجة الحاسوبية، الظاهرة التربوية، التعليم الذكي، التعلم، النمذجة المعرفية.

abstract

In this paper, we will look at how computer models can be used to enhance our understanding of learning and our way of teaching, through the concept of "computer modeling". This concept is a simplified representation of the main theoretical principles adopted in the approach to the educational phenomenon. In the framework of computer modeling, the principles are implemented in the form of a computer program, while in educational neuroscience, computers are used; As systems model in two different, but related, ways, these methods are: First, computers are used to understand the cognitive mechanisms that underlie the learning process. Second, computers are used as teaching tools that serve as a model for teacher-learner interaction. These methods can take the form of intelligent teaching systems.

Keywords: computer modeling, educational phenomenon, smart teaching, learning, cognitive modeling.

مقدمة

ترتبط النماذج المعرفية بأساليب التدريس المستندة إلى الحاسوب، من حيث أن كلاهما يتطلب فهماً للمتعلم، والطريقة التي يمكن لمجموعات معينة من التجارب أن تعزز معرفة المتعلم. وبالتالي، سيتم استخدام بعض برامج الحاسوب، كنماذج معرفية، وكأساس لأنظمة التدريس الذكية. لكن يختلف الاستخدامان بالنسبة للنماذج المعرفية، بحيث يكون الهدف من النموذج الحاسوبي تحديد عملية التعلم التي تجري داخل ذهن الأطفال أو الكبار، بينما الهدف من النموذج الحاسوبي بالنسبة لأساليب التدريس هو تحديد السلوك البشري للمدرس وتفاعلاته مع المتعلم، وكلا المقاربتين معنيين بالاختلافات الفردية[1].

تسعى النمذجة المعرفية إلى فهم الآليات السببية-سواء كانت من أصل وراثي أو بيئي- التي تؤدي إلى اختلافات في نتائج التعلم. تسعى أنظمة التدريس الذكية إلى تصميم المعرفة، والمهام التي يجب على المتعلم إعادة النظر فيها لاكتساب مجال معين، بالنظر إلى النجاحات والإخفاقات التي أظهرها في المهام السابقة (نموذج تربوي تعليمي). تحتوي أنظمة التدريس الذكية، كذلك، على نموذج يسمح ببيان طريقة تفاعل المستخدم مع بيئة لإنشاء كائن أو حدث؛ ويقوم البرنامج الحاسوبي، بعد ذلك، بتكييف صعوبة هدف المَهمّة مع إبراز أداء المتعلم في المَهمّة الأخيرة (نموذج تربوي بنائي)[2].

وعليه، فإحياء العلاقة بين التعليم وعلم الأعصاب من شأنه أن يوضح طبيعة النمذجة المعرفية، باعتبارها إحدى الصور الفعالة التي تجمع مختلف التخصصات. وتُستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية لبناء نماذج التعلم انطلاقا من البرامج الحاسوبية التي نلاحظها في الدوائر العصبية الفعلية. كما أن تحقق النماذج المعرفية في هذه البرامج، سيكشف عن طبيعة تمثيلات المعرفة لدى المتعلم، بالإضافة إلى سيرورة تطوير المعرفة. وقد يمكّننا ذلك في المستقبل من استخدام برامج التدريس القائمة على الكمبيوتر. وقد توقفنا في هذه الورقة عند بيان كيفية استخدام الحاسوب كأداة تعليمية، من خلال تحديدنا للخصائص الرئيسية للنماذج التربوية للتعليم والتعلم. ثم انتقلنا إلى وصف مكونات مجالين مختلفتين من مجالات التعلم الرقمي، وهما: أنظمة التدريس الذكية، والعوالم المصغرة المكيفة. وفي كل حالة، أشرنا إلى النظريات التربوية التي يجسدونها. كما وضحنا أن هذه الأساليب بـ "مثال لعالم مصغر مكيف" مصمم لمعالجة نقاط الضعف في فهم معنى الرقم الموجود لدى الأطفال المصابين بعسر الحساب، وهو عجز محدد في تعلم المهارات الرياضية[3]. أخيرًا، على الرغم من أن مناهج النمذجة المعرفية وأدوات التدريس المعتمدة على الحاسوب مرتبطة من الناحية المفاهيمية، إلا أنه سيتضح أنها تستخدم أحيانًا

المصطلحات والأفكار بطرق مختلفة، وتتعامل مع تصوراتها لعملية التعلم من اتجاهات مختلفة. استخدمنا مثال "التغذية الراجعة" لتسليط الضوء على النقط التي تتفق فيها هذه الأساليب، والنقط التي لا تتطابق معها.

1. البرامج الحاسوبية كنظم تدريس: النماذج التربوية للتعليم والتعلم.

من وجهة النظر التعليمية، تتضمن أي بيئة تعليمية وتعلمية مجموعة من الخصائص، التي يجب أن تكون موجودة لتمكين التلاميذ من التعلم. بالرغم من أن المصطلحات مختلفة، لكن الخصائص الموجودة في الأدبيات التعليمية لها نظائرها في الحوسبة العصبية للتعلم. كما تتم الإشارة إلى ذلك في الحوسبة التعليمية التالية: حيث يجب أن تحدد بيئة التدريس والتعلم نتيجة التعلم (السلوك المطلوب / الهدف)، وهي طريقة لتقييم وتحقيق نتيجة التعلم من خلال الاختبار الذي يتضمنه التعلم، ومجموعة من أنشطة الوضعية أو المَهمة (مجموعة التمارين) التي يجب على المتعلم القيام بها من أجل تحقيق النتيجة، حيث يتكون كل نشاط من أنشطة المتعلم (استجابات /المخرجات) لتحقيق هدف، وردود فعل هادفة (ردود الفعل) على الإجراءات المتعلقة بالهدف. هكذا، قد تتيح بيئة التدريس والتعلم أيضًا للمتعلمين الوصول إلى الهدف من خلال الأقران. وهذه الخصائص شائعة في كل من بيئات التعلم التقليدية، وبيئات التدريس والتعلم الرقمية التي تحاول محاكاة المدرس. وتعد النسخة الرقمية للتعليم عبارة عن برنامج حاسوبي يتم فيه القيام بدور المدرس، وأنشطة المَهمّة، والهدف، وردود الفعل، من خلال تفاعل المتعلم، إما مع "نظام تعليمي ذكي"، أو مع "عالم صغير مكيف". وبهذا، فالتوافقات المتبقية تحصل بين النظام الحاسوبي، الذي يمثل التعلم في نظام معرفي، ونموذج المدرس في التعلم، الذي من المفترض أن يتوافق مع الطريقة التي يتعلم بها المتعلمون. هكذا، ففي مجال التعليم والتعلم الرقمي، يعتمد نموذج التعلم على نظرية أو أكثر من نظريات التعلم، مثل: النظرية البنائية، والنظرية السوسيو-بنائية، ونظرية التعلم المعرفية، أو التجريبية، أو التشاركية[4]، ومع أن نتائجها ليست واضحة بما فيه الكفاية في نماذج النظام الحاسوبي للتعلم، من قبيل: مفهوم التعلم، تعلم اتخاذ القرار، الشبكات العصبية الاصطناعية، التعلم الاحتمالي، التعلم القائم على النظير، الخوارزميات الجينية، والتعلم المعزز، وما إلى ذلك. ربما يرجع ذلك إلى أن نماذج النظام الحاسوبي مرتبط بتعلم عناصر محددة من المعارف أو المهارات، مثل: الربط بين مصدر الفعل والفعل الماضي، بينما تعمل النظريات التعليمية على مستوى مختلف من وصف المناهج الدراسية، مثل: "الأشكال المختلفة لتصريف الأفعال"، أو "قوانين الحركة"، أو "أسباب الحرب العالمية الأولى"...، إلخ. ومع ذلك، فإن

النماذج التعليمية-التعلمية أقل تحديدًا من حيث المعايير والآليات المتفق عليها، لأنها تفتقر إلى الدقة والوضوح[5].

تتمثل إحدى مزايا محاولة إنشاء بيئة تعليم وتعلم رقمية في أنه- تمامًا كما هو الحال مع النمذجة المعرفية- تتطلب عملية خاصة حول ما يتكون منه نموذج التعلم بالضبط، من خلال الجمع بين التوقعات المرتبطة بالمدرس وتلك المتعلقة بالمتعلم على مستوى النماذج التعليمية الحالية للتعلم. وعليه، من الممكن اشتقاق نموذجا واضحا، مثل: "إطار المحادثة"، لوصف عملية التدريس والتعلم في مجال التعليم الرقمي[6]. عادة ما يعرّف هذا النموذج العملية التعليمية على أنها عملية مستمرة تقوم على التكرار الحاصل بين المدرس والمتعلم، أو بين المتعلم والمتعلم النظير، أو بين مفاهيم وأفعال كل مشارك. هكذا، فعلى مستوى الممارسة التربوية، ينشئ المدرس بيئة تعليمية حَوْسبية تحاكي العالم، مثل: التمارين، والمختبرات، والعمل الميداني، وما إلى ذلك، حيث يتمكن المتعلم من استخدام ذخيرته التدريبية، في شكل أنشطة موجهة نحو الهدف، وردود الفعل، وأنشطة تعليمية أخرى منقحة. وعليه، يتم تمثيل التعلم بواسطة الأقران من خلال المناقشات التي تجري مع أقرانهم حول تصوراتهم وتبادل نتائج ممارساتهم التعليمية. في هذا السياق، يُمثّل التكرار (التعليمي) داخل ذهن المتعلمين من خلال توليد الممارسات التربوية في ضوء تصوراتهم الحالية، وتعديلها في ضوء ردود الفعل على تلك الممارسات. غير أن ذلك يستدعي قيام المدرس بإنشاء بيئة ممارسة تعليمية في ضوء مناقشات المتعلمين وأسئلتهم، وتعديل خطابهم في ضوء تصرفات المتعلمين. يحاول هذا البرنامج التقاط سيرورات تفاعل المدرس، والمتعلم، والأقران، داخل الفصل وخارجه. كما يمكن ربط كل نظرية من نظريات التعلم المستخدمة حاليًا في التعليم بإطار العمل بأكمله أو جزء منه. وبالنظر إلى النموذجين السابقين، فإن الطبيعة التكرارية لهذا النموذج، والطبيعة التكيفية لعمليات توليد الإجراءات وتعديل المفاهيم، تجعلها أقرب إلى آلية التعلم، لتحسين السلوك بشكل تدريجي، والذي يعتمد على النماذج الفرعية الرمزية. في سياق الحوار، تكون تمثيلات المعرفة التي تشكل مفاهيم المتعلم وأفعاله غامضة، ولا يمكن اكتشافها إلا من حيث ما ينتجه المتعلم؛ كتمثيلات مفاهيمية في تفاعلاته مع المدرس والأقران، أو الإجراءات التي يتم تنفيذها في الممارسة التعليمية[7].

2. النمذجة الحاسوبية للتعليم والتعلم: أنظمة التدريس الذكية

تستخدم أنظمة التدريس الذكية نموذجًا رمزيًا، وتستمد فعاليتها من نظريات معالجة المعلومات البشرية، بحيث يمكّن النموذج الحاسوبي للمعالجة المعرفية، مثل: ACT-R، نظام التدريس الذكي، من خلال القيام باستنتاجات حول ماذا؟ وكيف يتعلم التلاميذ؟ كما يراقب مخرجاتهم حول

مجموعة من الأنشطة التي يوفرها النظام[8]. لذلك، يتكون نظام التدريس الذكي من ثلاثة مكونات أساسية تحقق التوافق بين المتعلم والمدرس.

نموذج التعلم هو شبكة من العناصر الإجرائية وقواعد الإنتاج، التي تولد استجابات لمجموعة المشكلات، أي ما يعادل النظام الحاسوبي في علم الأعصاب، ونموذج المدرس في تعليم وتعلم التلاميذ، الذي يعمل على تشخيص احتياجات المتعلم الحالية، من خلال النظام الذي يراقب سلوك المتعلم، ومقارنتها بالسلوك الذي تنبأ به النموذج، من أجل استنتاج خصائص المعرفة التقريرية وقواعد الإنتاج التي يتم استخدامها. إذا كان المتعلم، مثلا، يرتكب أخطاء، فإنه يستنتج أن المعرفة الخاطئة التي يستخدمها، هي المعرفة التي من شأنها أن تولد مثل هذه الأخطاء، وبالتالي، يتم التعامل مع ملاحظات المدرس انطلاقا من التناقضات التي تم تشخيصها بين السلوك الفعلي والمتوقع، ويتم انشاؤها من قبل النظام في شكل دعامات وسقالات، أو"تعليمات ديناميكية لإصلاح الثغرات في معرفة المتعلم"[9].

لا يشير هذا التصور بشكل صريح إلى المكونات الأخرى للنموذج المعرفي، على الرغم من وجودها في نظام تعليمي ذكي؛ إذ تتخذ أنشطة الوضعية أو مجموعة التدريب شكل الإجراءات التي يتعين على المتعلم اتخاذها لتحقيق الأهداف التي حددها النظام. لذلك، يحصل التطابق بين النموذج المعرفي والنمذجة الحاسوبية التي يقدمها نظام التدريس الذكي. ويتجلى ذلك أكثر على مستوى أسلوب نظام التدريس الذكي، كأسلوب له بعض الميزات المشتركة مع النمذجة المعرفية، ولكن تم تجاوزها في التسعينيات من خلال ظهور أشكال بديلة لأنشطة التعلم القائمة على الكمبيوتر، مثل؛ موارد الويب، والوسائط المتعددة، وطرائق المحتوى التي ينشئها المستخدم، وتقنيات الاتصال عبر الإنترنت[10].

3. النمذجة الحاسوبية: العوالم المصغرة التكيفية

على النقيض من نظام التدريس الذكي، لا يمتلك العالم المصغر التكيفي نموذجًا واضحًا للتعلم، فهو أقرب إلى النموذج شبه الرمزي للتعلم، وهو مبني على نموذج "بابيرت" المتمثل في "التعلم دون تعليم"[11]. وعليه، فالعالم المصغر هو نموذج حاسوبي تفاعلي لجوانب محددة في العالم، له قيوده وافتراضاته الخاصة، حيث يسمح للمتعلمين بتجربة المفاهيم المرتبطة باستخدام البرنامج، لإشراك المهام ذات القيمة بالنسبة لهم، وعند القيام بذلك، يتم فهم المبادئ الأساسية القوية[12]: أولا؛ إنه تكيفي عندما يستجيب للمتعلم من خلال إظهار نتيجة أفعاله في هذا العالم، وثانيا؛ عندما يكون مصممًا لضبط صعوبة المهمة في ضوء الأداء الحالي للمتعلم. ومنه، كان أسلوب العالم المصغر أفضل حالًا، ولا تزال الفكرة الأساسية لـ "البناء" كنموذج يسمح بسريان نجاح التعلم. يجسد

"البناء"، الذي ابتكره "سيمور بابيرت" في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، متأثرًا بعلم النفس عند بياجيه، أي النظرية القائلة بأننا نتعلم المفاهيم والأفكار المعقدة بشكل أفضل من خلال بناء التمثيلات التي نستخدمها[13]. لقد تم تطبيق هذه الفكرة على موضوعات المناهج الدراسية في العلوم، ولكن كان لها تأثير أكبر في الرياضيات المدرسية، التي اتخذت "كشعار" لتعلم الهندسة، في العديد من البلدان[14]. هكذا، فالمفهوم الأساسي للتعلم من خلال "البناء" قابل للتطبيق عبر مجموعة واسعة من المجالات المحددة، وعلى جميع مستويات التعلم. غير أنه تم إلى حدود الآن تنفيذ المفهوم باسم "NetLogo"، وهي أداة نمذجة تمكّن المتعلمين من إعداد نماذج لسلوك الأنظمة تعالج النمو السكاني، والدوائر الكهربائية، وتغير المناخ، حيثما يكون النموذج الحاسوبي ممكنًا[15].

1.3. النمذجة الحاسوبية لعلم التربية

لتوفير بيئة تعليمية وتعلمية، يجب أن يتضمن برنامج الكمبيوتر جميع الخصائص المحددة، أعلاه، والتي لا توفرها بيئة النمذجة البسيطة مثل؛ Logo أو NetLogo القابلة للتكيف مع سلوك المتعلمين، ولكن ليس مع مستوى أدائهم. من المهم أيضًا تضمين دور المدرس الذي يراقب أنشطة الدرس، ويضعها. وبالتالي، فإن العالم المصغر التكيفي يجمع بين نموذج المَهَمّة أو أسلوب التدريس، وقواعد مراقبة أداء المتعلمين، ويكيّف صعوبة المَهمّة التالية، وفقًا لاحتياجات المتعلم. فالهدف من التكيف مع أداء المتعلم هو جعل موقف التعلم صعبًا، لإبقاء المتعلمين في "منطقة التنمية القريبة"، حيث يرتكبون أخطاء حتمًا[16]. نعلم أن الاستجابة للأخطاء أمر بالغ الأهمية في الأساس العصبي للتعلم؛ إذ تحاول آليات الدماغ تقليل الاختلاف بين استجابة الكائن الحي والنتيجة الصحيحة، أو المثلى، من خلال التنبؤ بالتعلم الخاطئ. وبالمثل، تعتمد البيداغوجيا "البنائية" على قدرة المتعلم على تفسير طبيعة الخطأ، ثم بناء الاستجابة الصحيحة، وبالتالي تجنيد آليات "التنبؤ بأخطاء التعلم" للتعامل مع مجموعة المهام المسندة للمتعلم. وبالتالي، لكي يكون هذا ممكنًا، يجب أن تكون مجموعة المهام التي يقوم بها المتعلم ضمن الموارد الحالية. لذلك، من المهم للبرنامج الحاسوبي مراقبة إجراءات المتعلم أو استجاباته، وتقديم ملاحظات دقيقة، حتى يتمكن من تغيير الاستجابة ويتطابق الهدف، وإذا كان لا يزال يواجه صعوبة، فينبغي تكييف الهدف أو المشكلة المستهدفة عن طريق تغيير نشاط المهمة أو مجموعة التدريب[17].

2.3. مثال على العالم المصغر التكيفي

كما رأينا سلفا، يمكن أن يساعدنا علم الأعصاب في فهم عملية التعلم، من خلال توفير نماذج معرفية، مثل؛ التعلم عن طريق التنبؤ بالخطأ، أو خوارزميات التعلم القائمة على أنظمة التعلم

الآلي، والتي يمكن أن تعلم الأسلوب الذي قد يتخذه مدرس بشري أو برنامج تعليمي ذكي يتوافق مع النماذج التعليمية، مثل: التعلم البنائي. ويمكن أن يساعدنا أيضًا في تحديد نوع المعرفة التي يجب استهدافها، من قبيل؛ تحديد "عسر الحساب"، كنوع معين من العجز العصبي، يشار إليه أحيانًا باسم "نقص الإحساس بالعدد". من هنا، قد يحتاج الأطفال والبالغون المصابون بعسر الحساب إلى قضاء بعض الوقت في فهم كيفية عمل الأرقام، وقد طور المدرسين من ذوي الاحتياجات الخاصة مواد وتقنيات للمساعدة في معالجة هذا النقص المحدد[18]. فمن خلال الاشتغال على القضبان ذات أطوال مختلفة لتمثيل الأرقام، مثل؛ قضبان المطبخ، يعمل المتعلمون في وضعيات، مثل؛ بناء العلاقات بين المجموعات، كالعثور على أي قضيبين يشكلان الطول 10، ويتم بعد ذلك تنفيذ نفس الأسلوب كبيئة رقمية، من خلال نمذجة المدرس في شكل عالم صغير متكيف، والذي يجسد الافتراض بأن المتعلم يستخدم الآلية المعرفية للتنبؤ بالخطأ، ومن الأمثلة على ذلك؛ استخدام برنامج حاسوبي لتعلم الروابط العددية للرقم عشرة، وخصائصه، كالآتي: نتائج التعلم من خلال مهام، مثل؛ 3 +؟ = 10 ....إلخ. ومجموعة من أنشطة المهام، كأن تبحث عن علاقة الأرقام الصحيحة لـ 10 لرقم معين (تقع القضبان ضمن عمود بعرض 10 وحدات؛ ويستمر تسلسل المهام من خلال تواجد القضبان مع اللون + الطول، أو مع الطول فقط، أو اللون + الطول + الرقم، طول + رقم؛ تسقط القضبان بشكل أبطأ إذا كان الأداء ضعيفًا). ومن خصائص البرنامج أيضا تحديد إجراءات المتعلم، كأن يحدد قضيبًا يناسب العمود من كومة 10 قضبان؛ وأخير، يعمل البرنامج على تحديد الهدف عبر تحديد القضيب المناسب انطلاقا من ردود فعل تبين إما تداخل القضبان أو تظهر فجوة أو تلتوي في مكانها.

لا يوفر هذا البرنامج أي تفاعل بين الأقران، وهو مصمم للمتعلم الفردي الذي يعمل بدون مدرس. كما أن نموذج التعلم الذي يجسده المدرس في البرنامج هو فكرة "البناء"، وذلك بمحاولة بناء الاقتران المناسب. ومن خلال رؤية نتيجة هذا الإجراء، ومحاولة تحسينه، سيبدأ المتعلم في فهم معنى للعلاقة الموجودة بين العناصر الأساسية للأرقام من 0 إلى 10 من حيث تمثيلها؛ كأطوال، وفي النهاية، من حيث تمثيلها؛ كأرقام. مثلما هو الحال بالنسبة للمدرس البشري، يقوم البرنامج الحاسوبي بتكييف عنصر المهمة التالية مع وثيرة ودقة الاستجابة، وتحدد المهمة التالية لقدرة المتعلم مقترحًا أن يكرر المتعلم نفس المهمة إذا كان بطيئًا جدًا، أو غير دقيق للغاية. تُظهر الاختبارات التي أنجزها "بيترورت" وزملاؤه، مع المتعلمين في الفصول الدراسية طريقة التقييم المعمول بها في المدارس الابتدائية والثانوية (من سن 8 إلى 13)، كأن يتحسن أداؤهم على المدى القصير (أسبوعين)، وعدد المهام المنجزة أكبر بكثير مما هو عليه في الفئة المكونة من ثلاثة متعلمين:

تم إكمال 4-11 تجربة في الدقيقة بواسطة متعلمين فرديين، بينما تم إكمال 1-4 تجربة فقط في الدقيقة في المتوسط خلال عشر دقائق من الملاحظات للفصول[19]. وبالنظر إلى نظام التدريس الذكي، فإن هذا الأسلوب يتناول أيضًا الخصائص الأساسية لنظام التعليم والتعلم. كما يبين أن الاختلافات الرئيسية بين النمذجة الحسابية في علم الأعصاب والتعليم، تعود إلى أنه في الأول يتم نمذجة عملية التعلم من قبل النظام الحاسوبي، ويكون ناتجها هو نفسه المتعلم البشري، بينما في الثاني لا يوجد سوى نموذج مفترض لكيفية تدريس المتعلم البشري، والمدرس البشري هو الذي يصمم برامج محددة لتشخيص سلوك المتعلم[20].

4. وجهات نظر متناقضة حول "التغذية الراجعة"

تستخدم النمذجة الحاسوبية في علم الأعصاب والتعليم أحيانًا مصطلحات متشابهة، لكن المفاهيم الكامنة وراء هذه المصطلحات لا تتوافق دائمًا بشكل مباشر، ويقدم مفهوم "التغذية الراجعة" مثالاً مفيدًا على هذا التشابه. فالتقييمات ضرورية في التعليم لتحسين الأداء في مهمة معينة، وبالتالي بناء فهم صحيح للموضوع، بناءً على أداء المتعلم الحالي في مجموعة من الأنشطة، يقدم المدرس شكلاً من أشكال التغذية الراجعة، والتي يوجد منها نوعان: "خارجي"، حيث يفسر المدرس ما يحتاجه المتعلم لإخباره من أجل تحسين أدائه، و"داخلي"، حيث توفر البيئة معلومات حول نتيجة سلوك المتعلم فيما يتعلق بالهدف المنشود. في كلتا الحالتين، يجب أن تكون التقييمات مفيدة للمتعلمين إذا أرادوا الاستفادة منها. ويعتبر التمييز مهمًا، لأن التقارير المرتبطة بالفصول الدراسية تشير بقوة إلى أن الدافع الذاتي، والمكافأة أكثر فعالية من التحفيز الخارجي[21]. من هنا، تسعى أنظمة التدريس الذكية إلى استيعاب واتمام دور المدرس في توفير التغذية الراجعة الخارجية المناسبة، بالنظر إلى تصرفات المتعلم خلال المهام في سياق النظام؛ ف في نظام تعليمي حول "جدول الضرب"، يحاول المتعلم حل مجموعة من المسائل، بناءً على خصائص الأخطاء المعروضة، وسيستنتج في إطار نظام دروس الدعم والتقوية الفهم الخاطئ لإجراءات الضرب، ويقدم تغذية راجعة خارجية مباشرة، لإصلاح الفجوات في المعرفة والقواعد، ومن ثم تعيين المزيد من المسائل لتمكين المتعلم من تحسين أدائه. هكذا، تخلق العوالم المصغرة التكيفية بيئة ممارسة توفر ملاحظات جوهرية حول تصرفات المتعلم في مهمة أو نشاط تعلمي، بناءً على نمذجة للعالم، حتى لو كانت نمذجة جانب معين من العالم الحقيقي، فإنها تركز انتباه المتعلم على المفاهيم والمهارات المرتبطة بحصيلة التعلم. ومن ثم يختار المزيد من المهام، وفقًا لمستوى المتعلم، لتمكينه من تحسين الأداء. وعليه، تأخذ النمذجة المعرفية في الاعتبار كيفية عمل التغذية الراجعة داخل آليات التعلم، ويتم توجيه النماذج عمومًا إلى آليات اكتساب سلوكيات معينة، مثل: تعلم القراءة.

ينخرط المتعلم في العملية التعليمية-التعلمية من خلال التعرض لمجال المشكلة، وبالنسبة للشبكات العصبية الاصطناعية، عادة ما يتم تفسير التغذية الراجعة على أنها تندرج في إطار ثلاث فئات مختلفة. ففي آليات التعلم الذكية، الهدف هو أن يطور النظام الفئات التي تستوعب البعد الرئيسي لمجال المشكلة، دون توليد سلوك مباشر، ولا تتطلب الأنظمة الذكية أي ردود فعل خارجية، ولكن بدلاً من ذلك تحاول تحسين بعض خصائص تمثيلات المعرفة الداخلية الخاصة بها، لأنها تتعرض لمزيد من الأمثلة على مجال المشكلة. تتمثل إحدى هذه الخصائص في مدى إيجاز أو شح التمثيلات[22].

في التعلم الجماعي، يتم تقديم ملاحظات مفصلة للغاية لآلية التعلم لتحسين أداء المتعلم. بالنسبة لمدخل معين لوضعية مشكلة، يجب أن تتعلم الآلية إخراج استجابة معينة (أي الإجابة الصحيحة، أو خطوة نحو الإجابة الصحيحة لتتغذى في آلية أخرى في النظام المعرفي الأوسع). وعليه، فالتعلم يحدث بالطريقة التالية، بالنسبة لمدخل معين، تقوم الآلية بإخراج "أفضل تخمين" للاستجابة المناسبة بالمقارنة مع الاستجابة الفعلية المطلوبة. كما يتم استخدام التباين بين الاثنين، كإشارة خطأ لضبط قوة الاتصال بالشبكة، بحيث يكون ناتجها أقرب إلى الإجابة المطلوبة في المرة التالية، التي تواجه فيها الشبكة هذه المشكلة. من خلال التعرض المتكرر للأمثلة، وتماشيا مع الملاحظات التفصيلية، تكتسب الشبكة تدريجياً المعرفة المطلوبة. من وجهة نظر التعلم الذكي، يُنظر إلى مصدر الاستجابة المرغوبة على أنها استجابة خارجية للآلية، فقد ينشأ إما من جزء آخر من النظام المعرفي، أو كتغذية راجعة من البيئة، أو من مدرس. والنوع الثاني للتعلم يتعلق بخوارزمية التعلم، سيكون التعلم الخاضع الذكي محايدًا فيما يتعلق بما إذا كانت التغذية الراجعة داخلية أو خارجية. النوع الثالث يسمى التعلم المعزز، ويقع بين التعلم المنظم ذاتيًا (بدون تغذية راجعة) والتعلم الخاضع الجماعي (التغذية الراجعة التفصيلية). في التعلم المعزز، تقدم الآلية أفضل تخمين لها فيما يتعلق بالاستجابة المطلوبة، لكن التقييمات التي تتلقاها أكثر غموضًا. إنها تشبه لعبة تحديد موقع شيء مخفي، حيث يُقال "أكثر دفئًا، وبرودة، "لتشجيع البحث في مكان واحد، ولكن لا يشجع على البحث في أماكن أخرى. هذا النوع من آلية التعلم أقل قوة لتعلم المعرفة التفصيلية، ومع ذلك، فقد استخدم الباحثون هذا النوع من الآليات لبناء نماذج لتطوير صنع القرار والتحكم السلوكي، بناءً على ما إذا كان الطفل يرى أن نتيجة كل قرار جيدة أم سيئة؛ ونماذج تبين كيفية اختلاف قدرات الطفل في اتخاذه القرار وما يصاحب ذلك الاضطرابات، مثل؛ اضطراب نقص الانتباه، وفرط النشاط أو الحركة[23]، نظرًا لأن هذا النوع من التعلم يعمل من خلال محاولة تقليل التباين بين المكافأة المتوقعة لإجراء ما (على سبيل المثال، ما

إذا كان سيتم إخبارك بـ "أكثر دفئًا"، أو "أكثر برودة" في لعبة العثور على كائن مخفي) والمكافأة الفعلية، يطلق عليه أحيانًا تعلم التنبؤ بالخطأ. يوضح مثال التقييمات أن جميع أشكال النمذجة الحاسوبية التي تمت مناقشتها هنا تتطلب مواصفات مفصلة للمعلومات المقدمة إلى المتعلم لتحسين الأداء في مهمّة ما. في حالة التدريس الذكي، يتطلب تقديم التغذية الراجعة؛ كنموذجًا للمتعلم يمكّن النظام من مطابقة المخرجات مع المدخلات المفترضة، وبالتالي توجيه التغذية الراجعة إلى السلوك الذي أنتج المخرجات الخاطئة. في حالة العوالم المصغرة التكيفية، يجب أن يوفر نموذج تفاعل المهمّة تغذية راجعة مناسبة حول الإجراء الذي يُمكّن المتعلم من تفسير كيفية تحسين الأداء.[24].

خاتمة

استعرضت هذه الورقة كيفية استخدام النماذج الحاسوبية في علم الأعصاب التربوي، من خلال الأساليب المتصلة بأدوات التدريس الرقمية. كما سلطنا الضوء على طرق النمذجة الحاسوبية في وضع نظريات دقيقة واضحة للتعلم والتدريس. وبيّنا أن هناك عدة نقاط تشابه بين مناهج النمذجة الحاسوبية وأدوات التدريس الرقمية، على الرغم من اختلاف أهدافها وأصولها النظرية. تهدف النمذجة الحاسوبية إلى فهم عملية التعلم في الدماغ؛ ضمن أدوات التدريس، وتهدف أنظمة التدريس الذكية إلى نمذجة معرفة المتعلم، كمعرفة المجال من أجل إنشاء وضعيات تعليمية علاجية مناسبة. وتسعى العوالم المصغرة التكيفية إلى استخدام فهمنا لعملية التعلم في الدماغ لنمذجة بيئة يمكن للمتعلم أن يستخدم فيها هذه العملية لتعلم المفاهيم والمهارات الأساسية. لقد أوضحنا، كذلك، أن المقاربتين معا، يحددان مجموعة مشتركة من الخصائص التي يجب أن تمتلكها بيئة التعلم. الأمر الذي يشجع البحث حول مستقبل علم الأعصاب التربوي كعلم متعدد التخصصات، على الرغم من أهدافها المختلفة، وأصولها النظرية، فقد حددت النماذج الحاسوبية جوهر ما يتطلبه التعلم، وجعلته أساسيا؛ كمجموعة من الشروط التي تجعل التعلم ممكنًا. ومن خلال هذا التحليل يمكننا أن نبدأ في تصور نقل نموذج التعلم، أو أنشطة الوضعية التعليمية، أو نوع التغذية الراجعة من تخصص إلى آخر. يمكن أن يساعد التنازع المتبادل في المصطلحات والتعريفات الدقيقة أيضًا على تطوير تخصصات التعليم وعلم الأعصاب بشكل منفصل مع البدء في ربطهما معًا. باختصار، نحن نتجه نحو إمكانية دمج المناهج التربوية، وعلم الأعصاب، والسيكولوجية، في فهمنا المتطور للتعلم. ونزعم أن هذين النوعين من النمذجة الحاسوبية يوفران الأساس لقيام حوار بناء متعدد التخصصات، والذي يمكن أن يحدث الآن بين أنظمة التدريس المستندة إلى التعليم.

الهوامش

[1] - Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, Educational Neuroscience, Edited by Denis Mareschal Brian Butterworth Andy Tolmie, wiley-blackwell , edition 2013 (2014), p. 46.

[2] - Ibid,.p. 47.

[3] - Ibid,.p. 48.

[4] -Laurillard, D. Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology. New York, 2012, pp: 34-39.

[5]- Bransford, J., Vye, N., Stevens, R., Kuhl, P., Schwartz, D., Bell, P., Meltzoff, A., Barron, B., Pea, R., Reeves, B., Roschelle, J., & Sabelli, N. Learning theories and education: Toward a decade of synergy. In P. Alexander & P. Winne (Eds.), Handbook of educational psychology (2nd ed.) 2006, pp: 209–244.

[6]-Frederickson, N., Reed, P., & Clifford, V. Evaluating web-supported learning versus lecture-based teaching: Quantitative and qualitative perspectives. Higher Education Research and Development, 50, 2005, p: 645–664.

[7] -Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, op, cit, p. 65.

[8]- Sawyer, K. (Ed.). Cambridge handbook of the learning sciences, Cambridge: Cambridge University Press, 2006, pp: 35-78.

[9] -Anderson, J. R., & Schunn, C. D. Implications of the ACT-R learning theory: No magic bullets. In R. Glaser (Ed.), Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science (Vol. 5), 2000, pp: 1–34

[10]- Laurillard, D. Effective use of technology in teaching and learning in HE. In Peterson, P., Baker, E., & McGaw, B. (Eds.), International encyclopedia of education (Vol. 4, 2010, pp: 419–426.

[11] -Papert, S. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Brighton, UK: Harvester, 1980, p. 35.

[12] -Disessa, A. A. Changing minds: Computers, learning and literacy. Cambridge, MA: MIT Press, 2001, p. 78.

[13] Papert, S., & Harel, I. Situating constructionism, In I. Harel & S. Papert (Eds.), Constructionism: Research reports and essays,(1985–1990), 1991, p, 56.

[14]- Hoyles, C., & Noss, R. What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), Second international handbook of research in mathematics education, 2003, pp: 323–349.

[15] -Gilbert, N., & Troitzsch, K. G. Simulation for the social scientist, Maidenhead, UK: McGraw-Hill.2005, p. 76.

[16] -Vygotsky, L. S. Mind in society: The development of higher psychological processes, Cambridge, MA: Harvard University Press. 1978, p. 90.

[17] - Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, op, cit, p. 69.

[18] -Butterworth, B., & Yeo, D. Dyscalculia guidance: Helping pupils with specific learning difficulties in maths. London, 2004, p. 54.

[19] Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. Dyscalculia: from brain to education. Science, 332, 2011, pp: 1049–1053.

[20] -Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, op, cit, p. 70.

[21]- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. Review of Educational Research, 71(1), 2001, p:1–27. DOI: 10.3102/00346543071001001

[22] - Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, op, cit, p. 71.

[23] -Williams, J. O. H., & Dayan, P. Dopamine, learning and impulsivity: A biological account of ADHD. Journal of Child Adolescent Psychopharmacology, 15(2), 2005, p: 160–179.

[24] - Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, op, cit, p. 72.

المراجع والمصادر

- ✓ Anderson, J. R., & Schunn, C. D. (2000). Implications of the ACT-R learning theory: No magic bullets. In R. Glaser (Ed.), Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science (Vol. 5) (pp. 1–34). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- ✓ Bransford, J., Vye, N., Stevens, R., Kuhl, P., Schwartz, D., Bell, P., Meltzoff, A., Barron, B., Pea, R., Reeves, B., Roschelle, J., & Sabelli, N. (2006). Learning theories and education: Toward a decade of synergy. In P. Alexander & P. Winne (Eds.), Handbook of educational psychology (2nd ed.) (pp. 209–244).
- ✓ Butterworth, B., & Yeo, D. (2004). Dyscalculia guidance: Helping pupils with specific learning difficulties in maths. London: nferNelson.
- ✓ Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. Science, 332, 1049–1053
- ✓ Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. Review of Educational Research, 71(1), 1–27. DOI: 10.3102/00346543071001001
- ✓ Disessa, A. A. (2001). Changing minds: Computers, learning and literacy. Cambridge, MA: MIT Press.
- ✓ Frederickson, N., Reed, P., & Clifford, V. (2005). Evaluating web-supported learning versus lecture-based teaching: Quantitative and qualitative perspectives. Higher Education Research and Development, 50, 645–664.
- ✓ Gilbert, N., & Troitzsch, K. G. (2005). Simulation for the social scientist. Maidenhead, UK: McGraw-Hill.
- ✓ Hoyles, C., & Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S.

Leung (Eds.), Second international handbook of research in mathematics education (pp. 323–349). Dordrecht: Kluwer.

- ✓ Laurillard, D. (2010). Effective use of technology in teaching and learning in HE. In Peterson, P., Baker, E., & McGaw, B. (Eds.), International encyclopedia of education (Vol. 4, pp. 419–426). Oxford: Elsevier
- ✓ Laurillard, D. (2012). Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology. New York: Routledge.
- ✓ Michael S. C. Thomas and Diana Laurillar, Computational Modeling of Learning and Teaching, Educational Neuroscience, Edited by Denis Mareschal Brian Butterworth Andy Tolmie, wiley-blackwell , edition 2013 (2014), p. 46.
- ✓ Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Brighton, UK: Harvester.
- ✓ Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), Constructionism: Research reports and essays, 1985–1990. Norwood, NJ: Ablex.
- ✓ Sawyer, K. (Ed.). (2006). Cambridge handbook of the learning sciences. Cambridge: Cambridge University Press.
- ✓ Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ✓ Williams, J. O. H., & Dayan, P. (2005). Dopamine, learning and impulsivity: A biological account of ADHD. Journal of Child Adolescent Psychopharmacology, 15(2), 160–179.