

Digital Education and the Challenges of Learning Mathematics Among Elementary School Students in the Moroccan Context

Mimoun Es-salmi¹, Mostafa Ouessrar², Kawtar Talib³

Science Step Journal / SSJ

2026/Volume 4 - Issue 12

To cite this article: Es-salmi, M., Ouessrar, M. & Talib, K. (2026). Digital Education and the Challenges of Learning Mathematics Among Elementary School Students in the Moroccan Context. Science Step Journal, 4(12). ISSN: 3009-500X.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20090754>

Abstract

This research paper aims to deepen scientific understanding of the role of digital education in addressing challenges in mathematics learning among elementary school students through a structured theoretical analysis of the relationship between digital technology use and improved learning quality. It highlights how digital tools, including interactive software and artificial intelligence applications, can overcome difficulties associated with traditional methods by creating more interactive, flexible, and learner-centered environments. The study emphasizes the contribution of digital education to enhancing critical and analytical thinking, expanding access to educational resources, and reducing educational inequalities. It also stresses the importance of curriculum development that positions the learner at the center of the educational process. Furthermore, the paper provides an analytical framework for understanding the barriers to integrating digitalization within the Moroccan educational context, particularly in terms of infrastructure limitations, insufficient teacher training, and challenges in curriculum design. It underscores the necessity of developing teachers' computational thinking skills as a key prerequisite for the effective implementation of digital education. Finally, the adoption of modern educational technologies opens new opportunities for innovation in mathematics learning, as interactive software enhances engagement and conceptual understanding, while artificial intelligence enables personalized learning tailored to individual student needs, ultimately improving educational effectiveness and supporting better long-term learning outcomes.

Keywords: Digital education, math software, computational thinking, innovation technology, interactive education

¹ PhD student in Educational Psychology, Faculty of Educational Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco.

Email: Mimoun.essalmi@um5r.ac.ma / orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5978-51672>

² Professor of Psychology, Faculty of Education Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco.

³ Laboratory: Signs, Archaeology, History and Psychology: Comparative approaches, Faculty of Letters and Human Sciences Aïn Chock, University of Hassan II in Casablanca, Morocco.

التربية الرقمية وتحديات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية في السياق المغربي

ميمون السالمي، مصطفى أوسرار، كوثر طالب

ملخص

تسعى هذه الورقة البحثية إلى تعميق الفهم العلمي لدور التربية الرقمية في مواجهة تحديات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المستوى الابتدائي، من خلال تقديم تحليل نظري منظم يبرز العلاقة بين توظيف التكنولوجيا الرقمية وتحسين جودة التعلم في الرياضيات. كما توضح الدراسة كيف يمكن للأدوات الرقمية، مثل البرمجيات التفاعلية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، أن تساهم في تجاوز صعوبات التعلم المرتبطة بالطرائق التقليدية، وذلك عبر إرساء بيئات تعليمية أكثر تفاعلاً ومرونة. تكتسي الورقة البحثية أهمية خاصة لكونها تسلط الضوء على دور التربية الرقمية في تطوير جودة التعليم، من خلال تطوير مهارات التفكير النقدي والتحليلي لدى المتعلمين، وتوسيع فرص الوصول إلى الموارد التعليمية، وتقليص الفجوات التعليمية. كما تبرز أهمية تطوير المناهج التربوية بما يضع المتعلم في صلب العملية التعليمية. وعلاوة على ذلك، تقدم إطاراً تحليلياً يساعد على فهم التحديات التي تعيق دمج الرقمنة في السياق التربوي المغربي، سواء على مستوى البنية التحتية أو تكوين المعلمين أو تصميم المناهج. إذ تبرز أهمية تنمية مهارات التفكير الحاسوبي لدى المدرسين باعتبارها مدخلاً أساسياً لتفعيل التربية الرقمية بشكل فعال. مع تبني الأدوات والتقنيات الحديثة في التعليم التي تفتح آفاقاً جديدة للابتكار في تعلم الرياضيات، حيث تساعد البرمجيات الرياضية التفاعلية على تطوير تجربة التعلم، بينما تساهم أدوات الذكاء الاصطناعي في تخصيص التعليم وفقاً لاحتياجات كل تلميذ، مما يؤدي إلى تعزيز فعالية التعليم وتحقيق نتائج أفضل على المدى الطويل.

الكلمات المفتاحية

التربية الرقمية، البرمجيات الرياضية، التفكير الحاسوبي، تكنولوجيا الابتكار، التعليم التفاعلي.

مقدمة

يعرف العالم اليوم تطورات تكنولوجية حديثة متزايدة، إذ شكلت الرقمنة محورا رئيسيا في تحولات العديد من الاتجاهات، ومن أبرزها القطاع التربوي. ولم يعد التعليم يقتصر فقط على الفصول الدراسية التقليدية أو المناهج الورقية، بل امتد ليشمل فضاء رقميا واسعا يتيح فرصا جديدة للتعلم والتفاعل. أصبحت العملية التعليمية التعلمية من خلال الأجهزة الذكية، والمنصات التعليمية الإلكترونية، والتطبيقات التفاعلية، والذكاء الاصطناعي، أكثر مرونة، مما يفتح آفاقا جديدة لتطوير المهارات والقدرات لدى المتعلمين. في سياق تطوير التكنولوجيات الرقمية، وتشكيل عناصر الاقتصاد الرقمي، تعد التقنيات الرقمية جزءا من البنية التحتية المعرفية الجديدة التي يتم دمجها الآن بشكل مطرد في الحياة اليومية، والتي تعتبر كشبكة موثوقة من الأشخاص والصناعات والمؤسسات التي تنتج وتحافظ على الموارد المعلوماتية اللازمة (Edwards, 2013). بالنسبة للجيل الجديد من المواطنين الرقميين، لم تصبح الإنترنت مصدرا للمعلومات فحسب، بل أصبحت أيضا مجالا للترفيه، ومجالا لاكتساب مهارات جديدة، وتطويرها لدى الفرد، وبناء حياة مهنية (Frolova et al., 2020). تؤثر التقنيات الرقمية إلى جانب قاعدة البيانات الضخمة Big Data والتحليلات التوقعية إلى حد كبير على الممارسات المهنية على المستويات الفردية والتنظيمية والوطنية والدولية. يتزايد انتشار التفاعل بين الشيفرة والخوارزميات وقاعدة البيانات الضخمة في إدارة وتسيير وممارسات المجموعات المهنية المختلفة، فهي تعيد تشكيل العلاقات بين المجتمعات المهنية وبين المهنيين وعملائهم/المستخدمين/المتعلمين. بالتالي، إن التكنولوجيات الرقمية الجديدة تعيد تشكيل الممارسة والمسؤولية المهنية، ولكن تربية المهنيين لم يعكس هذه التغييرات بشكل كافٍ بعد (Fenwick & Edwards, 2016).

مع زيادة الرقمنة في المنظومات التربوية بجميع أنحاء العالم، وإصدار العديد من البلدان لتشريعات وخطط عمل لتسريع العملية (Davies, 2011; Lindberg & Olofsson, 2018)، تصبح مسألة كيفية دمج التكنولوجيا الرقمية بفعالية في ممارسات التربية والتعلم أمرا بالغ الأهمية. حيث تهتم البحوث ذات الصلة إلى حد كبير بفهم كيفية تعامل المدارس مع عملية الرقمنة والنتائج التي تتمخض عنها. في مقابل فحص العديد من مبادرات الرقمنة في العديد من البلدان (Masters, 2018)، لا تزال المعرفة محدودة حول كيفية استغلال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ودمجها بنجاح في التربية لتيسير عملية التدريس وتجويد ظروف المتعلمين للتعلم. وهذا يدعو باستمرار إلى المزيد من الأدلة لفهم مدى تعقيد الابتكار التكنولوجي والتغيير التكنولوجي لدعم تطوير التربية والتعلم (Howard et al., 2017; Tondeur et al., 2019). ومع ذلك، فإن هذا التحول الرقمي في التربية لا يخلو من التحديات. ويعد تعلم الرياضيات أحد المجالات التي شهدت تحديات وآفاق في تطور المقرون بالتربية الرقمية، بالتالي، ساهمت الأدوات الرقمية في تبسيط المفاهيم الرياضية المعقدة وجعلها أكثر تفاعلية ومتعة.

من خلال ما سبق، وتجاوزا للنظام التقليدي في العملية التعليمية التعلمية، وبشكل خاص في تعلم وتعليم الرياضيات، أضحت التربية الرقمية تسهم إسهاما حيويا في تعزيز مهارات الفهم والتحليل عبر أدوات تفاعلية تسهم في تفاعل المتعلمين مع مفاهيم الرياضيات بشكل مرن وديناميكي، عبر دعم وتطوير العملية التعليمية، خصوصا في مجال الرياضيات. وعليه، تتحدد إشكالية هذه الورقة العلمية

في إثارة النقاش من جديد حول الإدماج الرقمي في تعلم الرياضيات في السياق المغربي، وتسليط الضوء على مفهوم التربية الرقمية باعتبارها أحد الأبعاد الأساسية للتعليم المعاصر، حيث تركز على تعزيز مهارات التعلم الإلكتروني، التفكير النقدي، وحل المشكلات باستخدام التكنولوجيا. وذلك من خلال الإجابة على الأسئلة البحثية التالية: ما معنى التربية الرقمية؟ ما هي تمظهراتها داخل المنظومة التربوية المغربية؟ ما طبيعة التحديات التي تترتب على تطبيقاتها في هذا السياق؟ ما دور التربية الرقمية في تعليم وتعلم الرياضيات؟

1. تحديد المفاهيم

1.1. تعريف التربية الرقمية

شهد قطاع التعليم تحولا رقميا هائلا، يتضمن إدخال الإدارة المستدامة لمواكبة التغيرات التي تفرضها التقنيات الحديثة. يُعتبر التحول الرقمي، الذي يعد جزءا من الثورة الصناعية الرابعة، عملية تتضمن اكتساب الأفراد لمهارات جديدة بجانب الابتكارات التكنولوجية. تشمل هذه التطورات التعليمية أساليب تدريس هجينة تجمع بين الفصول التقليدية والفصول الافتراضية، مما يتيح دمج بينات تعلم متنوعة عبر الإنترنت. في إطار التحول الرقمي، أصبح التعلم التفاعلي الرقمي (DCL)، إضافة إلى التقنيات مثل المعالجة، والواقع المعزز، والواقع الافتراضي، أو الواقع المختلط من أبرز الممارسات التي تم تبنيها في التعليم. في الوقت نفسه، أصبح من الممكن تحقيق التعليم المخصص، وتخصيص المحتوى، وتطوير المهارات الفردية من خلال التعلم الاجتماعي (Abad-Segura et al., 2020).

وفي السياق ذاته، يعرف التعليم الرقمي أيضا بالتعليم المعزز بالتكنولوجيا (TEL) أو التعليم الإلكتروني، ويقصد به الاستخدام الإبداعي للموارد والابتكارات الرقمية في عمليات التعليم والتعلم. يتيح استكشاف استخدام التكنولوجيا الحديثة للمعلمين إمكانية تصميم بينات تعليمية تفاعلية في الفصول الدراسية التي يقدمونها، والتي قد تتخذ شكل برامج ودورات تعليمية هجينة أو عبر الإنترنت بالكامل (Kloos et al., 2017). يُعتبر التعليم الرقمي ابتكارًا رئيسيًا في العقود الأخيرة، على الرغم من وجوده بأشكال متعددة منذ فترات سابقة. اليوم، تحتوي الفصول الدراسية على العديد من موارد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وقد أحرز جميع المعلمين تقريبًا تقدمًا كبيرًا في دمج التكنولوجيا الرقمية بهدف تحسين الوصول إلى المعلومات وتعزيز الأنشطة التعاونية للمتعلمين. ووفقا Arisoy (2022) تعتبر رقمنة التربية عملية دمج المعلومات والتقنيات الرقمية في مختلف مستويات التعليم. من جهته. يرى zain وآخرون (2022) أن بعض الجوانب الأساسية لرقمنة التربية المعاصرة تشمل استخدام الألعاب، والواقع الافتراضي والواقع المعزز، والتطبيقات التعليمية عبر الإنترنت، بالإضافة إلى إنترنت الأشياء (الذي يدمج الإنترنت بشكل عميق في الحياة اليومية). أما تبعال Gupta وآخرون (2022) فإن أبرز سمات التربية في عصر التقنيات الرقمية تكمن في تعزيز التعلم التفاعلي، وتطوير التفكير النقدي، واستخدام الأنظمة المحوسبة لتقييم وتحليل النتائج (Arisoy, 2022). وقد أظهرت دراسة Abad-Segura وآخرون (2020) لتأثير الإيجابي للرقمنة في تخصيص التعلم وتعزيز التطور الذاتي للتلاميذ.

من هذا المنطلق، تعد التربية الرقمية في الأساس نتاجا لسنوات الأخيرة، على الرغم من أنها كانت موجودة قبل ذلك بطرق مختلفة. ومع ذلك، من الواضح أن التكنولوجيا الحديثة، مثل المعدات ووسائل نقل المعلومات، تلعب دورا أساسيا في نمو هذا النوع من التعليم.

لولا التطور السريع في أجهزة الكمبيوتر والإنترنت، لما كان هذا النوع من التعليم ممكناً. يُستدل على ذلك بأن التعليم الرقمي أصبح مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بهذا التطور، حيث أن انتشار أجهزة الكمبيوتر والإنترنت عالية السرعة قد أعطى دفعة قوية لاستخدام هذه التقنيات في الأنشطة التعليمية (Makosa, 2013). وقد، أفضت اليوم الفصول التفاعلية، ودورات التعلم الإلكتروني الحديثة، والألعاب التعليمية، والتقييمات الإلكترونية، وبوابات الموارد التعليمية، والسجلات المدرسية الرقمية، وأنظمة إدارة عملية التعلم جزءاً من الحياة اليومية. يهدف هذا المقال إلى استكشاف سياق التعليم الرقمي، ومراجعة وضعه الحالي، والنتائج المتوقعة، بالإضافة إلى المخاوف المرتبطة به. كما سيتم اختتام المقال بعرض لوجهات النظر المتعلقة بالكتب الدراسية التفاعلية (Makosa, 2013). بعد استعراض هذه الإحاطة المفاهيمية حول التربية الرقمية، يصبح من المهم الانتقال إلى مناقشة دور التربية في تعزيز وتوجيه عملية التعلم الرقمي. إذ أن التربية ليست فقط وسيلة لنقل المعرفة، بل هي عنصر أساسي في تكوين بيئات تعليمية رقمية فعالة تدعم تطوير المهارات الرقمية وتسهّل التفاعل بين المتعلمين والتكنولوجيا.

2.1. التربية الرقمية والتعلم الرقمي

بعد تقديم نظرة عامة حول مفهوم التربية الرقمية، يأتي الوقت لاستعراض دور التربية في تسهيل وتعزيز عملية التعلم الرقمي. فالتربية لا تقتصر على نقل المعرفة إلى المتعلمين فقط، بل تمتد لتكون ركيزة أساسية في خلق بيئات تعليمية رقمية مبتكرة، تدعم تطوير المهارات الرقمية وتدمج التكنولوجيا في عملية التعلم بشكل فعال. ورغم أن أدوات التعلم المعتمدة على الرقمنة تعد ضرورية في العصر الحالي، فإن الوسائط الحديثة مثل منصات التعلم الإلكتروني، ورصد تقدم التعلم الرقمي، وتلبية احتياجات التعلم تلعب دوراً في تحديد الكفاءات اللازمة لتحليل البيانات الضخمة. علاوة على ذلك، يحتاج الأفراد إلى تعلم كيفية العمل بشكل تعاوني ضمن مجموعات اجتماعية. لهذا السبب، يجب أن يتخصص مطورو ومدربو الموارد البشرية أيضاً في مجال الرقمنة لتعزيز فعالية هذه العملية (Arisoy, 2022). من ناحية أخرى، أصبحت رقمنة التربية أمراً لا مفر منه في الوقت الحالي. فالتقنيات الحديثة لتكنولوجيا المعلومات تساهم في التغلب على أوجه القصور وتتيح فرص التعلم عن بُعد، الذي يُعدّ تعليمًا اقتصاديًا وفعالاً وعالي الجودة. أصبح التعلم الرقمي جزءاً أساسياً من حياتنا اليومية، مما يجعل من الضروري رقمنة البيئة التعليمية، وخاصة في مجال التعلم الرقمي. في هذا السياق، من الضروري إعادة تدريب أعضاء هيئة التدريس ليتمكنوا من التكيف مع التعليم الرقمي (Shushara et al., 2021).

بهذا، تؤثر عمليات التحول الرقمي بشكل كبير على المؤسسات التعليمية، بما في ذلك المؤسسات المهنية والتقنية. في الوقت الحالي، أصبح التعليم المهني (المهني والتقني) يحتل مكانة بارزة في قطاع الاقتصاد الوطني، حيث تولي سياسة الدولة في أوكرانيا أولوية لتدريب العمال المؤهلين تأهيلاً عالياً. اليوم، يتضمن النشاط المهني للعديد من العناصر الفكرية التي تتطلب التعامل مع الأجهزة الإلكترونية وأنظمة الذكاء الاصطناعي وغيرها من التقنيات الحديثة. من هنا، أصبح توفير المعدات الرقمية الحديثة، وتطوير الكفاءة الرقمية لجميع المشاركين في العملية التعليمية، من المهام الأساسية التي يتعين على التدريس في الظروف الحالية التركيز عليها. (Bykova et al., 2021).

4.1. التربية الرقمية وأهميتها في العملية التعليمية

تسهم الاكتشافات الجديدة في مجال التربية الرقمية بشكل كبير في تحسين جودة التعلم. بناءً على ذلك، يمكن للتعلم باستخدام التكنولوجيا الرقمية أن يولد أنماطاً جديدة من التفاعل والتعلم. ومع ذلك، من الواضح أنه يمكن إعادة إنتاج ممارسات التربية الحالية دون الاستفادة من القيمة المضافة لهذه الأدوات. منذ التسعينيات، أظهر Sandholtz وآخرون (1997) ثم Cuban وآخرون (2001) أنه لا يكفي مجرد توفير الأدوات التكنولوجية لرؤية تغييرات حقيقية في الاستخدامات التربوية، بل غالباً ما يتم فقط إعادة إنتاج الممارسات التقليدية. لقد استوعبنا هذه الدروس جيداً اليوم، ومع ذلك نجد أنه لدعم التعلم، ما زلنا بحاجة إلى التفكير في كيفية دمج التكنولوجيا الرقمية بشكل أكثر فعالية. يبدو أن الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا الرقمية قد يكون بسيطاً من الناحية النظرية. وفقاً لتقرير "الأفق الجديد" لعام 2015، فإننا نمتلك بالفعل المعرفة العلمية اللازمة لحل المشكلات المتعلقة بدمج التكنولوجيا الرقمية في الفصول الدراسية على المدى القصير، خاصة في ما يتعلق بنماذج التدريب الأولي والتطوير المهني (Johnson et al., 2015).

من المؤكد أن المدرسة يجب أن تواكب التحولات التكنولوجية في محيطها، وقد أصبح الانفتاح على المعلومات الرقمية عنصراً حيوياً في الحياة المعاصرة. فمع تزايد اعتماد الأفراد على الإنترنت للحصول على المعلومات اليومية، أصبحت الوتيرة السريعة والانتشار الواسع للمشاريع الرقمية في المكتبات خلال السنوات الأخيرة ظاهرة لافتة. هذه التحديات الجديدة تُبرز الحاجة الماسة إلى اهتمام أكبر بتطوير مهارات العاملين في مجال الرقمنة. مع هيمنة تكنولوجيا الحاسوب على عالم اليوم، تم استبدال العمل اليدوي بالأجهزة الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، مما أدى إلى تغيير جذري في كيفية أداء الناس لعملهم، وتواصلهم، ونماذج عملهم (Halid et al., 2020). يحيل ما سبق، على أن دور التربية الرقمية في المنظومة التربوية بشكل عام، إذ يستدعي الأمر تحديد تجلياتها كأداة أساسية في تطوير أساليب تدريس الرياضيات، حيث تتيح للمدرسين والتلاميذ فرصاً جديدة للتفاعل مع المفاهيم الرياضية بطريقة مبتكرة. من خلال أدوات التعليم الرقمية، واستخدام البرمجيات التفاعلية التي تسهم في تعزيز الفهم العميق للمفاهيم الرياضية، وتجعل التعلم أكثر متعة وفعالية. حيث أنه في المحور القادم، سيتناول دور التربية الرقمية في تعزيز تعلم الرياضيات، مع التركيز على كيفية الاستفادة التلاميذ من الأدوات التكنولوجية لتطوير فهمهم للمفاهيم الرياضية وتعميق تجربتهم التعليمية.

3.1. التربية والرقمنة وفق النظام التربوي المغربي

أسهمت التربية الرقمية في ظهور تقنيات ونماذج تعليمية جديدة داخل البيئة التربوية. وعليه، قبل ستينيات القرن الماضي، كانت وسائط التعلم أو وسائط التربية تشير إلى الأجهزة والأدوات المستخدمة لأغراض تربوية. ومع مرور الوقت، بدأ مصطلح "التقنيات" يكتسب شهرة في المجال التربوي للإشارة إلى هذه الأدوات، لكن الاستخدامات الحالية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التدريس الجامعي ما تزال تعكس مفهوماً محدوداً لوسائط التعلم (Basque, 2005). ومن ثم، ظهر مصطلح "التقنيات الحديثة للتعليم" ليحل محل مصطلح "TICE"، وهو اختصار لـ (Technologie d'Information et de Communication pour l'Enseignement ou l'Education)، ويتضمن تقنيات مثل الإنترنت، والوسائط المتعددة عبر أقراص مدمجة (CD-ROM)، والروبوتات، والواقع الافتراضي، وغيرها.

في المغرب، تم إطلاق عدد من المبادرات والمشاريع التي تهدف إلى إدماج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النظام التعليمي (نقلا عن: (Raouf et al., 2020))، تلاها إصدار الميثاق الوطني للتربية والتكوين في عام 1999، والذي تضمن الرافعة 10 كأحد محاور التطوير (Raouf et al., 2020).

تم إطلاق الفضاء الافتراضي المغربي في عام 2004 لدراسة دمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتعليم عن بُعد في التعليم العالي المغربي، من خلال برنامج "Campus Virtuel Marocain"، يسعى هذا البرنامج إلى تقديم حلول للصعوبات التي يواجهها التعليم العالي في المغرب، من خلال تعزيز التعلم عن بُعد باستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتعليم الإلكتروني. يهدف هذا النظام التكويني الجديد إلى إحداث تغيير اجتماعي ثقافي في الطريقة التي يتواصل بها الأفراد مع التعليم، وتعزيز شكل غير مسبوق من الشراكة بين الجامعات في المشهد الأكاديمي المغربي (Sidir & Benchenna, 2008)، من بين المبادرات الأخرى التي تم إطلاقها، مسابقة المدرسين المبتكرين "Enseignants Innovants" منذ عام 2005، وبرنامج "GENIE" الذي بدأ في عام 2006، إضافة إلى برامج "نافذة Nafidaة" و"إنجاز Injaz" و"لوحي Lawhaty" (Raouf et al., 2020)، كما تم إطلاق البوابة الوطنية لتعليم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات "Portail National Taalimice" في عام 2011، وخطة "المغرب الرقمي" في 2013، ثم "المغرب الرقمي" في 2020. ومع ذلك، من المعروف أن الابتكارات دائماً ما تدفع نحو التغيير وتحفز التغيير المستمر (Cros, 2004).

ورغم ذلك، تم الكشف عن أن الإصلاحات التي تم الترويج لها فيما يخص البنيات الأساسية، والتكوين، والمحتوى الرقمي، لا تزال غير ملموسة في العديد من المواد الدراسية. في الواقع، يمكن ملاحظة وجود مجموعة من المعوقات المتعلقة بمقاومة التغيير في ممارسات التدريس، والتي يبدو أنها ناتجة عن عدم وجود حوافز خارجية، فضلاً عن عدم إتقان الاستخدام التربوي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. كما تشمل هذه المعوقات مشكلات تتعلق بالبنية التحتية، مثل نقص المعدات، البرمجيات، واتصال الإنترنت (El Madhi, 2013; Mastafi, 2014; et al., 2014). علاوة على ذلك، تتعلق بعض هذه المعوقات بسياسة واستراتيجية تنفيذ تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتي تفتقر إلى الوضوح والتماسك، مما يفسر مقاومة المدرسين للتغيير.

وعليه، وبعد تناول مفهوم التربية الرقمية كعملية تعليمية تهدف إلى تزويد المتعلمين بالمهارات والمعرفة اللازمة لاستخدام التكنولوجيا الرقمية بشكل فعال، والسياق الذي برزت فيه، من خلال تطوير القدرة على التفاعل مع الأدوات الرقمية واستخدامها في مختلف المجالات. باعتبارها تركز على تعزيز مهارات التعلم الإلكتروني، التفكير النقدي، وحل المشكلات باستخدام التكنولوجيا. وبعد عرض أهمية التربية الرقمية في السياق المغربي، من خلال تزويد المدارس بالموارد التكنولوجية وتنظيم الدورات التدريبية للمعلمين. سيتم الانتقال للحديث عن أهمية التربية الرقمية ودورها في تعلم الرياضيات، وذلك وفق السؤال الآتي: كيف تسهم التربية الرقمية في التعلم الفعال للرياضيات؟

2. أهمية التربية الرقمية في تعلم الرياضيات

يعتبر التعلم القائم على الرقمنة منهجا شاملا يعزز من نجاح المتعلم في الرياضيات ويزيد من مردوديته. إذ تتميز الرياضيات بطبيعة مزدوجة، حيث تجمع بين العمليات الحسابية من جهة، والمفاهيم المنطقية المترابطة ضمن تراكيب معقدة من جهة أخرى. بالنسبة للكثيرين، بغض النظر عن أعمارهم، تظل النظرة الأولى للرياضيات هي الغالبة، حيث يُنظر إليها على أنها مجرد مجموعة من القواعد الحسابية المتنوعة، ويحاول المتعلمين إتقان "الألة الرياضية" دون أن يدركوا الغرض الفعلي من وراء ذلك. يمكننا تشبيه الأمر بتدريب شخص على العزف على آلة موسيقية دون أن يعرف اللحن أو حتى يدرك أن هناك لحنًا يجب عزفه (Hoyles, 2018). وتدعم العديد من النظريات البحث في استخدام التقنيات الرقمية في تعليم الرياضيات (Drijvers et al., 2010).

ارتباطا بما سبق، يعد إدماج التكنولوجيا في التعليم عملية معقدة تتضمن العديد من العوامل المتشابكة. تمامًا كما هو الحال مع أي ابتكار آخر، من الضروري عدم إدماجها إلا بعد اختبار جميع العناصر المختلفة المرتبطة بها (Haddad & Draxler, 2002). من المهم تقييم الابتكارات من حيث مدى ملاءمتها وملاءمتها للفصول الدراسية، وتأثيرها على عملية التعلم، ومدى فعاليتها من حيث التكلفة. فيما يخص تدريس الرياضيات، تم اقتراح العديد من المفاهيم المبتكرة التي تم تطويرها وتجربتها وتطبيقها، مما أسفر عن نتائج متنوعة. من بين المجالات التي أثبتت نجاحها بشكل خاص هي المقاربات التعليمية المدعومة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتعليم المفتوح، والتعلم عن بُعد، والمنصات التعليمية الافتراضية، وتوزيع الموارد التعليمية المفتوحة، ونشر النتائج البحثية (Iji & Abah, 2018a).

علاوة على ذلك، تم إجراء العديد من الدراسات المكثفة حول العوامل التي تؤثر في دمج التكنولوجيا الرقمية في التعلم والتعليم، ولكن لا تزال تعقيدات هذا الدمج تتحدى الفهم الكامل. وبالتالي، تبقى الأسئلة المتعلقة بكيفية استخدام التقنيات الرقمية بشكل فعال لدعم عملية التعلم قائمة، خاصة عند مراجعة النموذج ليشمل عوامل مثل خبرات المتعلمين وأسلوب تعلمهم، بالإضافة إلى تأثيراتها على ممارسات المدرسين. يتم استكشاف الآثار المترتبة على تصميم عملية التعلم وتجارب المتعلمين في هذا السياق (Howard et al., 2019)، كما يتم التركيز على التحديات والفرص المتعلقة بتطوير مهارات المدرسين قبل الخدمة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ضمن المناهج الدراسية الخاصة بمبادرة التعليم والتكوين (Tondeur et al., 2013).

إن دمج التكنولوجيا الرقمية في التعليم عملية معقدة تتطلب توفير العديد من الأساليب التعليمية المتنوعة التي تستخدم أدوات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بفاعلية لتعزيز عملية التعلم (Agbo-Egwu et al., 2018). على مستوى التعليم الرياضيات، هناك العديد من الأدوات الرقمية التي اعتمدها المدارس حول العالم. وفقًا لـ Clark و Sutherland (2011) هناك أدوات مبتكرة مثل الرسوم البيانية الديناميكية، وأدوات الهندسة الديناميكية، ولغات البرمجة الخوارزمية، وجداول البيانات، وأجهزة تسجيل البيانات مثل أجهزة الكشف عن الحركة وأنظمة تحديد المواقع، بالإضافة إلى أنظمة الجبر الحاسوبية. أنظمة الجبر الحاسوبية مثل Mathematica و Maple و MuPAD و MathCAD و Dirive و MaxCAD و Maxima تتيح للمتعلمين التفاعل مع المادة بشكل نشط، مما يساعدهم في اكتساب فهم أعمق للمفاهيم الرياضية والهندسية من خلال المشاركة الفعالة واكتساب المعرفة الذاتية (Iji & Abah, 2018b). كما أنا

المتعلمين يظهرون اهتماما متزايدا بالأدوات الرقمية، ويحققون نتائج أفضل (Emaikwu et al., 2015). تعتبر أنظمة الهندسة الديناميكية مثل Cabri و Geometers Sketchpad (GSP) أدوات قوية تمنح المتعلمين الفرصة لاستكشاف التراكيب الهندسية والعلاقات على مستويات تعليمية متنوعة (Iji et al., 2018). بالإضافة إلى ذلك، توجد أدوات مبتكرة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مثل أدوات تفاعلات التعلم الصفية التي تسمح بمراقبة ورصد تفاعلات المتعلمين في الفصول الدراسية بشكل منهجي، مما يعزز فعالية التعليم وتفاعله (Manny-Ikan et al., 2013).

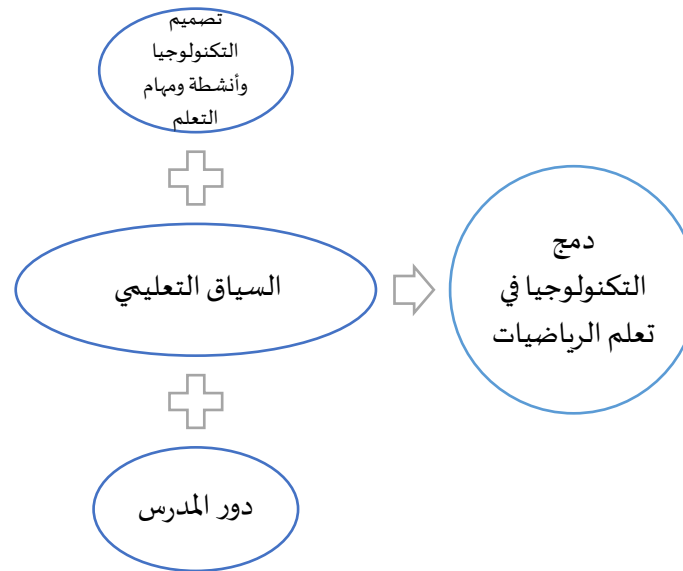
يشهد استخدام التقنيات الرقمية، وخاصة التقنيات المحمولة، في تدريس الرياضيات وتعلمها اهتماما متزايدا من قبل الباحثين والممارسين في المجال (Borba et al., 2017). تشير المراجعات الحديثة إلى الفرص والتحديات والعوائق المرتبطة بإدماج التكنولوجيا في تدريس الرياضيات، حيث تم استخدامها لتحسين المناهج التعليمية التقليدية مع بعض التطويرات الوظيفية أو المفاهيمية، أو حتى بالاستعانة بمصادر خارجية لتقديم المحتوى. ومع ذلك، تم تحديد العديد من الصعوبات المتعلقة بإدماج التكنولوجيا في تدريس الرياضيات. تشمل هذه الصعوبات التغيير في دور المعلم، حيث يصبح دوره ميسرًا بدلاً من معلم تقليدي، بالإضافة إلى التأكيد على الحاجة إلى تبني نهج منظم وقائم على البحث (Bray & Tangney, 2017).

لا تزال المعرفة محدودة بشأن كيفية استغلال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ودمجها بنجاح في التعليم لدعم التدريس وتجويد ظروف تعلم التلاميذ. تواصل الدراسات تقديم أدلة إضافية لفهم مدى تعقيد الابتكار والتغيير التكنولوجي في دعم تحسين التعليم والتعلم (Howard et al., 2019; Tondeur et al., 2017). حيث هناك العديد من الأبحاث التي تناولت تدريس الرياضيات المعزز بالتكنولوجيا، وتسلب الضوء على الإمكانيات المتصورة للأدوات الرقمية في تعزيز تجربة التعلم وتحسين إمكانيات التكنولوجيا في تدريس الرياضيات (Bray & Tangney, 2017). كما أن دمج واستخدام التقنيات التكنولوجية في بيئات التعلم يساهم في تطوير مهارات القرن الحادي والعشرين لدى المتعلمين (Viberg et al., 2023). ويساعد أيضًا في معالجة المشكلات التي غالبًا ما ترتبط بتعليم الرياضيات، مثل القدرة على تسهيل النهج الواقعي، وحل المشكلات، وتعزيز النهج التعاوني في التعليم والتعلم (Bray & Tangney, 2017).

في ذات السياق، وعلى مدار العقود الماضية، أكد العديد من العلماء على إمكانيات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بالتعاون مع أساليب التدريس المناسبة لدعم تعلم الرياضيات في التعليم. ويؤدي ذلك إلى استنتاج أن العوامل الحاسمة لنجاح التكنولوجيا الرقمية في تدريس الرياضيات تشمل تصميم الأدوات الرقمية والمهام المصاحبة التي تستفيد من الإمكانيات التربوية لهذه الأدوات، بالإضافة إلى دور المعلم والسياق التعليمي (Bray & Tangney, 2017; Drijvers, 2015a). ومع ذلك، تشير نتائج مراجعة حديثة للبحوث التجريبية حول استخدام التكنولوجيا الرقمية في تعليم الرياضيات إلى أن التكنولوجيا في حد ذاتها لا تحقق بالكامل إمكانياتها المتصورة لتحويل تجربة التعلم (Bray & Tangney, 2017). وعلى نقيض ذلك، تم التوصل إلى وجود مشاركة بشكل أقل في الاستخدام (الإبداعي)

للتقنيات الرقمية في السياقات التعليمية مقارنةً بالبيئات اليومية، حيث غالبًا ما تُستخدم هذه التقنيات في التعليم لتعزيز الممارسات التقليدية فقط (Bray & Tangney, 2017).

يعتبر توفر كل هذه الأدوات الرقمية واستخدامه مع أساليب التربية المناسبة، يمكن من معالجة بعض المشكلات المرتبطة عادةً بتعليم الرياضيات. فهي تتمتع بالقدرة على تسهيل اتباع أساليب واقعية لحل المشكلات وتعزيز التعاون في عملية التدريس والتعلم، مما يوفر تماسكًا وسياقًا أفضل لفهم الرياضيات (Drijvers et al., 2010; Hoyles, 2018, p. 201). ومع ذلك، يشير العديد من الباحثين إلى أنه بالرغم من تزايد استخدام التكنولوجيا في فصول الرياضيات، فإن نتائج استخدامها لا ترتقي إلى مستوى إمكاناتها المتوقعة في تعزيز تجربة التعلم (Geiger et al., 2012). ويرتبط دمج التكنولوجيا في تدريس الرياضيات بثلاثة عوامل حاسمة هي: تصميم التكنولوجيا وأنشطة ومهام التعلم؛ ودور المعلم؛ والسياق التعليمي (Drijvers, 2015b).



الشكل 1: خطاطة توضح عوامل دمج التكنولوجيا في تعلم الرياضيات وفق (Drijvers 2015)

تطلب العملية التعليمية التعلّمية باستخدام التكنولوجيا الرقمية الالتزام بمجموعة من الإجراءات الأساسية. ومن أهم هذه الإجراءات أن يقوم المدرس بتنظيم عملية التعلم، على سبيل المثال، من خلال جمع نتائج الأنشطة التي تعتمد على التكنولوجيا، والمساهمة في تطوير أساليب فعّالة لاستخدام الأدوات الرقمية، بالإضافة إلى ربط الخبرات المكتسبة في البيئات التكنولوجية بالمهارات التقليدية، مثل الكتابة بالقلم أو الأنشطة الرياضية الأخرى. كما يبرز Hoyles (2018) أهمية أن يكون معلمو الرياضيات جزءاً من عملية التحول، كمصممين مشاركين وباحثين في مجال الرياضيات، ليتمكنوا من تحديث الممارسات الرياضية عبر استخدام التقنيات الرقمية. ومع ذلك، فإن عملية التصميم هذه تمثل تحدياً، حيث يجب الأخذ في الاعتبار النقاط التالية:

أ- التأثير الجدلي للأدوات الرقمية على التعبير والتواصل في الرياضيات.

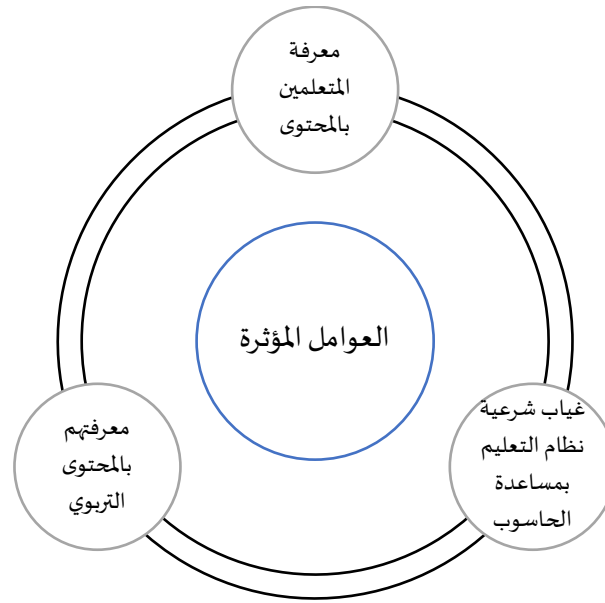
ب- أهمية مراعاة مختلف جوانب التصميم والتحليل، مثل تصميم البرمجيات والأنشطة، بالإضافة إلى التفاعلات داخل الفصول الدراسية.

3. التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي في تعلم الرياضيات

1.3. دور الأدوات التكنولوجية في تعلم الرياضيات

يقود الحديث عن دمج التكنولوجيا الرقمية في عملية التعلم إلى التركيز على دور الأدوات التكنولوجية. فقد أصبح دمج هذه الأدوات الحديثة في التدريس موضوعاً شائعاً للنقاش في العقود الأخيرة. تشير الأبحاث إلى أن الأجهزة اللوحية يمكن أن تسهم في تعزيز مهارات القراءة والكتابة الأساسية لدى الأطفال، مثل التعرف على الحروف الأبجدية وفهم مفاهيم الطباعة والكتابة. مع ذلك، قد يعتمد الاستخدام الأمثل للأجهزة اللوحية في التعليم المبكر لمحو الأمية على نوعية الدعم المقدم من قبل الوالدين أو المعلمين، بالإضافة إلى توافر تطبيقات محو الأمية على الأجهزة اللوحية وجودتها (Neumann & Neumann, 2014).

على الرغم من الإمكانيات الكبيرة المعترف بها للتكنولوجيا في التعليم والتعلم، إلا أن دمجها في تعليم الرياضيات في المرحلة الثانوية لا يزال بعيداً عن تحقيق التوقعات العالية التي كان العديد من الباحثين والمدرسين يأملون في تحقيقها منذ عدة عقود (Lagrange et al., 2003). تم الاعتراف بدور المعلم كعامل حاسم وإشكالي في هذه العملية التكاملية (Doerr & Zangor, 2000; Lagrange & Ozdemir, 2004). إذ يعد دور المعلم بالغ الأهمية، لأن الطريقة التي يتعامل بها مع استخدام التكنولوجيا تؤثر بشكل كبير على نتائج استخدامها في الفصل الدراسي. فالمدرسون يميلون إلى إجراء تغييرات في المحتوى الذي يقومون بتدريسه استجابةً للمعرفة الجديدة التي اكتسبوها. يبدو أن اختيار المحتوى كان مدعوماً بالأهداف التعليمية للمدرسين. إلى جانب ذلك، هناك عوامل أخرى تؤثر على ما يدرسه المدرسون وكيفية تدريسهم له: معرفتهم بالمحتوى، والمعرفة التربوية للمحتوى، والموقف العام تجاه استخدام الحاسوب كأداة تعليمية وشرعيتها في النظام التعليمي، سواء في المدرسة التجريبية أو في المجتمع التعليمي الأوسع (Kendal & Stacey, 2002).



الشكل 2: مؤثرات أخرى على ما قام المعلمون بتدريسه وكيفية تدريسهم بمساعدة التكنولوجيا حسب Stacey و Kendal (2002)

تظل هذه القضية إشكالية، حيث أن المعلمين الذين لا يرون فائدة في استخدام التكنولوجيا لتحقيق أهدافهم التعليمية قد يتجنبون استخدامها. كما يواجه العديد من المدرسين صعوبات في تكييف أساليب تدريسهم، إذ أن تطبيق وسيلة تعليمية غير تقليدية يتطلب اتخاذ قرارات وشرحها بطريقة تختلف عن التدريس اليومي. وبذلك، تؤثر المواقف المتعلقة بالتكنولوجيا بشكل كبير على كيفية استخدامها (Sensevy et al., 2005). ومع المواقف التي تلعب فيها التكنولوجيا دورًا مهمًا (Monaghan, 2004).

2.3. أهمية الذكاء الاصطناعي في تعلم الرياضيات

تشير الرياضيات إلى المحتوى التعليمي الذي يستخدم لغة رمزية لتمثيل مفاهيم مثل العدد، الكمية، المساحة، والبنية (Bray & Tangney, 2017). إذ أظهرت العديد من الدراسات السابقة أن التلاميذ يواجهون صعوبة كبيرة في إنجاز مهام الرياضيات، خاصة تلك التي تتطلب حلولاً تتضمن عدة خطوات. وتظهر نفس الأزمة على مستوى التعليم العالي حيث يُسجل رسوب العديد من الطلبة في مادة الرياضيات (Paras, 2001). من هنا، قام الباحثون بمحاولات لتطوير استراتيجيات وأدوات تعلم متنوعة تهدف إلى تعزيز مخرجات تعلم الرياضيات لدى التلاميذ، والتركيز على استغلال إمكانيات التكنولوجيا في تحسين تدريس الرياضيات (Bray & Tangney, 2017). إضافة إلى ذلك، هناك غياب ارتباط المفهوم الجديد للرياضيات وبنية الرياضيات لدى المتعلمين التي تعلموها سابقًا، إلى جانب القلق من الرياضيات والشعور السلبي تجاهها. كما أن الظروف الاقتصادية، والخلفيات التعليمية المتنوعة التي يعيشها المتعلمين، وكذلك نظام الإدارة المدرسية، ونقص البنية التحتية للمدارس، وعدم وجود نظام تقييم منظم، تعد من الأسباب الرئيسية التي تؤثر في صعوبة تعلم الرياضيات (Acharya, 2017).

يشهد البحث في مجال الذكاء الاصطناعي في التعليم القائم على الحاسوب اهتماما متزايدا ومستمرًا في الزمن الراهن، خاصة في تأثيره على العملية التعليمية. فقد وفر التقدم في الذكاء الاصطناعي وسيلة فعالة للتعامل مع العديد من التحديات التعليمية (X. Chen et al., 2020). يتمتع الذكاء الاصطناعي بقدرة كبيرة على تعليم البشر، وتدريبهم، وتحسين أدائهم، مما يمكنهم من أداء المهام والأنشطة بشكل أفضل. كما يعتبر الذكاء الاصطناعي جزءًا من مجال بحوث علوم الحاسوب الذي يهدف إلى تطوير أنظمة حاسوبية قادرة على أداء مهام تتطلب ذكاء بشريًا، مثل التعرف البصري والصوتي، الاستدلال، واتخاذ القرارات (S. J. H. Yang et al., 2021). وقد أظهرت العديد من التطبيقات السابقة إمكانات الذكاء الاصطناعي في التعليم، مثل (CMCCFM) المرتبطة بالتواصل و(MOOCs) في منصات التعليم المفتوح، حيث ساعدت هذه الأنظمة المتعلمين على مواجهة المهام المعقدة أو الصعبة (X. Chen et al., 2020; Wang et al., 2021). على سبيل المثال، طور Liu وChen (2007) بتقييم تأثير برنامج حاسوبي مخصص لمساعدة المتعلمين في حل مسائل الرياضيات على أداء واتجاهات المتعلمين بالصف الرابع، وأظهرت النتائج أن البرنامج قد أسهم في تحسين أداء المتعلمين واتجاهاتهم تجاه مادة الرياضيات.

من هذا المنطلق، لقد أتاح التقدم في مختلف تقنيات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والحوسبة فرصًا جديدة لتحسين التعليم والتعلم. ومن أبرز هذه الفرص التقدم السريع في الذكاء الاصطناعي الذي يمكن أن يجعل أنظمة الحاسوب تعمل كمعلمين بدلاً من أنظمة التدريس التقليدية (Chen et al., 2020). يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير عملية التعلم لدى المتعلمين، بما في ذلك تحسين التفاعل مع المحتوى، تعزيز سلوكيات التعلم، تحليل نتائج الاختبارات، ورصد تصورات التعلم. كما يمكن للذكاء الاصطناعي تقديم اقتراحات هامة للمعلمين لتحسين محتوى واستراتيجيات التدريس وفقًا لاحتياجات كل متعلم (Hwang et al., 2014).

لوحظ في القرن الحادي والعشرين من قبل الباحثين أن تأثير (CAME) الرياضيات المدعومة بالحاسوب على التحصيل الأكاديمي إيجابي بشكل عام وعلى نطاق واسع، حيث يعزز قدرات التفكير العليا لدى المتعلمين، مثل التساؤل، التفكير النقدي، حل المشكلات، والتفكير الإبداعي، حيث تعتبر الرياضيات أساسًا لهذه القدرات (Demir & Basol, 2014). كما يُعتبر من المهم في تعليم الرياضيات دعم المتعلمين لتعلم التفكير النقدي، التواصل مع الآخرين، حل المشكلات، وبناء المعرفة، مع تقديم مفاهيم الرياضيات وأساليبها لهم، سواء في مرحلة ما قبل الحصة الدراسية في الفصول المقلوبة أو أثناء الحصة الدراسية نفسها (Bano et al., 2018; Yang et al., 2021). وعليه، تم الإشارة إلى أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يقدم أربعة مجالات لتطبيقاته في التعليم، وذلك في خدمات الدعم الأكاديمي، والخدمات المؤسسية والإدارية، والمتمثلة في التوصيف والتنبؤ، التقييم والتحليل، الأنظمة التكيفية والتخصيص، وأنظمة التدريس الذكية (Chen et al., 2020; Zawacki-Richter et al., 2019).

علاوة على ذلك، فإن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في البيئات التعليمية يتيح لأنظمة التعلم القائمة على الحاسوب أن تلعب أدوار المعلمين أو الأدوات أو المدرسين الأذكياء، بالإضافة إلى ميسري السياسات (Hwang et al., 2020; Zawacki-Richter et al., 2019).

أفادت دراسة مراجعة حديثة تتعلق بالتعلم التكيفي/التعلم الشخصي المعزز تكنولوجياً أن تقدم الذكاء الاصطناعي وانتشاره قد حقق تدريباً هادفاً مهماً من أهداف التعلم المعزز تكنولوجياً، وهو توفير بيانات تعلم شخصية أو كيفية لتحسين إنجازات المتعلمين في التعلم. كما أشارت الدراسة إلى أن التعلم الشخصي/التكيفي لديه عدد كبير من التطبيقات المحتملة على الأجهزة الذكية المذكورة، وذلك مع التطور السريع للذكاء الاصطناعي، الواقع الافتراضي، الحوسبة التي تخزن البيانات، والحوسبة القابلة للارتداء (Wearable Computing) (Xie et al., 2019).

خلاصة

تعتبر التربية الرقمية عملية تعليمية تهدف إلى تزويد المتعلمين بالمهارات المعرفية اللازمة لاستخدام التكنولوجيا الرقمية بشكل فعال، من خلال تطوير القدرة على التفاعل مع الأدوات الرقمية واستخدامها في مختلف المجالات. وتعد أحد أبعاد التعليم الحديث، حيث تركز على تعزيز مهارات التعلم الإلكتروني، التفكير النقدي، وحل المشكلات باستخدام التكنولوجيا. هذا بشكل عام، أما بشكل خاص وضمن السياق المغربي، تشهد المنظومة التربوية تحولاً كبيراً في اعتماد التقنيات الرقمية الحديثة، حيث تعمل الوزارة على دمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التعليم، وذلك من خلال مشاريع ومبادرات مثل "المخطط الاستراتيجي لتطوير التعليم الرقمي" الذي يهدف إلى توفير بيانات تعلم رقمية من خلال تزويد المدارس بالموارد التكنولوجية وتنظيم الدورات التدريبية للمعلمين.

على هذا الأساس، تعتبر التربية الرقمية في مجال تعلم الرياضيات، ركيزة أساسية في تعزيز مهارات الفهم والتحليل من خلال توفير أدوات تفاعلية تمكن المتعلمين من التفاعل مع مفاهيم الرياضيات بشكل مرن وديناميكي. إذ تعمل البرمجيات في الرياضيات التفاعلية على تطوير تجربة التعلم. بينما تساهم أدوات الذكاء الاصطناعي في تخصيص التعليم وتكييفه وفقاً لاحتياجات كل متعلم بشكل فردي، مما يؤدي إلى تطوير الأداء الأكاديمي في مادة الرياضيات. تقدم هذه التقنيات الذكية حلولاً مبتكرة، مثل الأنظمة التكيفية التي توجه المتعلمين خلال تمارين الرياضيات وفقاً لمستوى كل منهم وتقدمهم، مما يعزز فعالية ودقة التعليم. ومن مجمل ما سبق تلخيصه، يبقى السؤال مطروحاً: ما مدى نجاعة المنظومة التربوية المغربية في إدماج التربية الرقمية في تعلم الرياضيات بمستوى التعليم الابتدائي؟ وإلى أي حد يمكن تعميم ذلك على مجالات علمية أخرى؟

المراجع

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., Infante-Moro, J. C., & Ruipérez García, G. (2020). Sustainable Management of Digital Transformation in Higher Education : Global Research Trends. *Sustainability*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su12052107>
- Acharya, B. (2017). Factors Affecting Difficulties in Learning Mathematics by Mathematics Learners. *International Journal of Elementary Education*, 6, 8. <https://doi.org/10.11648/j.ijeeedu.20170602.11>
- Agbo-Egwu, A. O., Abah, J. A., & Abakpa, B. O. (2018). Perceptions of tech-augmented learning in basic mathematics among university students : A case of matrix algebra tools. *International Refereed Journal of Arts, Science & Commerce*, 6(1), 121-131.
- Arisoy, B. (2022). Digitalization in education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17, 1799-1811. <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i5.6982>
- Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education : A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, 121, 30-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.006>
- Basque, J. (2005). Une réflexion sur les fonctions attribuées aux TIC en enseignement universitaire. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 2 (1), 30.
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., & Aguilar, M. S. (2017). Digital technology in mathematics education : Research over the last decade. *Proceedings of the 13th international congress on mathematical education: ICME-13*, 221-233. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/27742/1002263.pdf?sequence#page=229>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Bykova, T., Ivashchenko, M., Kassim, D., & Ковальчук, В. (2021). Blended learning in the context of digitalization informatization. *CTE Workshop Proceedings*, 8, 247-260. <https://doi.org/10.55056/cte.236>
- Chen, C.-J., & Liu, P.-L. (2007). Personalized Computer-Assisted Mathematics Problem-Solving Program and Its Impact on Taiwanese Students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(2), 105-121.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Cros, F. (2004). *L'innovation scolaire aux risques de son évaluation*. L'Harmattan., <https://eduq.info/xmlui/handle/11515/35681>

- Cuban, L., Kirkpatrick, H., & Peck, C. (2001). High Access and Low Use of Technologies in High School Classrooms : Explaining an Apparent Paradox. *American Educational Research Journal*, 38(4), 813-834. <https://doi.org/10.3102/00028312038004813>
- Davies, R. S. (2011). Understanding Technology Literacy : A Framework for Evaluating Educational Technology Integration. *TechTrends*, 55(5), 45-52. <https://doi.org/10.1007/s11528-011-0527-3>
- Demir, S., & Basol, G. (2014). Effectiveness of Computer-Assisted Mathematics Education (CAME) over Academic Achievement : A Meta-Analysis Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(5), 2026-2035.
- Doerr, H. M., & Zangor, R. (2000). Creating Meaning for and with the Graphing Calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 143-163. <https://doi.org/10.1023/A:1003905929557>
- Drijvers, P. (2015a). Digital Technology in Mathematics Education : Why It Works (Or Doesn't). In S. J. Cho (Éd.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* (p. 135-151). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- Drijvers, P. (2015b). Digital Technology in Mathematics Education : Why It Works (Or Doesn't). In S. J. Cho (Éd.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* (p. 135-151). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool : Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>
- Edwards, P. N. (2013). *A Vast Machine : Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*. MIT Press.
- El Madhi, Y., Chiahou, B., Belghyti, D., El Kharrim, K., & El Halouani, H. (2014). Les contraintes liées à l'intégration du TIC dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc. *European Scientific Journal*, 10(34), 143-153.
- Emaikwu, S. O., Iji, C. O., & Abari, M. T. (2015). Effect of GeoGebra on Senior Secondary School Students' Interest and Achievement in Statistics in Makurdi Local Government Area of Benue State Nigeria. *Journal of Mathematics (IOSRJM)*, 2(3), 14-21.
- Fenwick, T., & Edwards, R. (2016). Exploring the impact of digital technologies on professional responsibilities and education. *European Educational Research Journal*, 15(1), 117-131. <https://doi.org/10.1177/1474904115608387>
- Frolova, E. V., Rogach, O. V., & Ryabova, T. M. (2020). Digitalization of Education in Modern Scientific Discourse : New Trends and Risks Analysis. *European Journal of Contemporary Education*, 9(2), 313-336.

- Geiger, V., Forgasz, H., Tan, H., Calder, N., & Hill, J. (2012). Technology in Mathematics Education. In *Research in Mathematics Education in Australasia 2008-2011* (p. 111-141). https://doi.org/10.1007/978-94-6091-970-1_7
- Haddad, W. D., & Draxler, A. (2002). Technologies for education : Potential, parameters, and prospects. *Washington, DC: AED. Retrieved December, 20, 2006.*
- Halid, H., Yusoff, Y. M., & Somu, H. (2020). *The Relationship Between Digital Human Resource Management and Organizational Performance.* 96-99. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200514.022>
- Howard, S. K., Thompson, K., Yang, J., & Ma, J. (2019). Working the system : Development of a system model of technology integration to inform learning task design. *British Journal of Educational Technology, 50*(1), 326-341. <https://doi.org/10.1111/bjet.12560>
- Hoyles, C. (2018). Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology*. *Research in Mathematics Education, 20*(3), 209-228. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1484799>
- Hwang, G.-J., Hung, P.-H., Chen, N.-S., & Liu, G.-Z. (2014). Mindtool-Assisted In-Field Learning (MAIL) : An Advanced Ubiquitous Learning Project in Taiwan. *Journal of Educational Technology & Society, 17*(2), 4-16.
- Hwang, G.-J., Sung, H.-Y., Chang, S.-C., & Huang, X.-C. (2020). A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving students' learning performances by considering affective and cognitive factors. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1*, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100003>
- Iji, C. O., & Abah, J. A. (2018a). MATHEMATICS EDUCATION FOR ALL THROUGH INFORMATION TECHNOLOGY INNOVATIONS. *ABACUS: The Journal of the Mathematical Association of Nigeria, Mathematics Education Series, 43*(1), 89-100.
- Iji, C. O., & Abah, J. A. (2018b). MATHEMATICS EDUCATION FOR ALL THROUGH INFORMATION TECHNOLOGY INNOVATIONS. *ABACUS: The Journal of the Mathematical Association of Nigeria, Mathematics Education Series, 43*(1), 89-100.
- Iji, C. O., Abakpa, B. O., & Age, J. T. (2018). The effect of Geometer's Sketch Pad on senior secondary school students' interest and achievement in geometry in Gboko Metropolis. *International Journal of Research and Review, 5*(4), 33-39.
- Johnson, L., Becker, S. A., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report : 2015 Museum Edition.* The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/182009/>
- Kendal, M., & Stacey, K. (2002). Teachers in transition : Moving towards CAS-supported classrooms. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik, 34*(5), 196-203. <https://doi.org/10.1007/BF02655822>
- Kloos, C. D., Rodríguez, P., Velázquez-Iturbide, Á., Gil, M. C., Fernández-Manjón, B., & Tovar, E. (2017). Digital education in the classroom. *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 31-32.* <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7942818/>

- Lagrange, J.-B., Artigue, M., Laborde, C., & Trouche, L. (2003). Technology and Mathematics Education : A Multidimensional Study of the Evolution of Research and Innovation. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Éds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (p. 237-269). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_9
- Lagrange, J.-B., & Ozdemir Erdogan, E. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons : Analyzing the complexity of technology integration. *Educational Studies in Mathematics*, 71(1), 65-84. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9160-2>
- Lindberg, J. O., & Olofsson, A. D. (2018). Editorial—Recent trends in the digitalization of the Nordic K-12 schools. *Seminar.Net*, 14(2), Article 2.
<https://doi.org/10.7577/seminar.2974>
- Makosa, P. (2013). Advantages and disadvantages of digital education. *Biuletyn Edukacji Medialnej*.
- Manny-Ikan, E., Tikochinski, T. B., & Bashan, Z. (2013). Does use of ICT-based teaching encourage innovative interactions in the classroom? Presentation of the CLI-O: Class Learning Interactions–Observation Tool. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 9, 219-232.
- Mastafi, M. (2013). Intégration et usages des TIC dans le système éducatif marocain : Attitudes des enseignants de l'enseignement primaire et secondaire. <https://adjectif.net>.
<https://adjectif.net//spip.php?article228>
- Masters, J. (2018). Trends in the Digitalization of K-12 Schools : The Australian Perspective. *Seminar.Net*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.7577/seminar.2975>
- Monaghan, J. (2004). Teachers' Activities in Technology-Based Mathematics Lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 327-357.
<https://doi.org/10.1007/s10758-004-3467-6>
- Neumann, M. M., & Neumann, D. L. (2014). Touch Screen Tablets and Emergent Literacy. *Early Childhood Education Journal*, 42(4), 231-239. <https://doi.org/10.1007/s10643-013-0608-3>
- Paras, J. (2001). Crisis in mathematics education. Student failure : Challenges and possibilities. *South African Journal of Higher Education*, 15(3), 66-73.
<https://doi.org/10.10520/EJC36861>
- Raouf, K., Boulahoual, A., Mezzat, F. Z., & Sahli, M. (2020). Les TICE au Maroc Entre instauration technologique et conduite de changement, cas des établissements scolaires. *European Scientific Journal ESJ*, 16. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n4p89>
- Sensevy, G., Schubauer-Leoni, M.-L., Mercier, A., Ligozat, F., & Perrot, G. (2005). An Attempt to Model the Teacher's Action in the Mathematics Class. In C. Laborde, M.-J. Perrin-Glorian, & A. Sierpinska (Éds.), *Beyond the Apparent Banality of the Mathematics Classroom* (p. 153-181). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-30451-7_6

- Shushara, T. V., Delvig, N. A., Abraamyan, S. M., & Shushara, S. M. (2021). Digitalization of education : Distant learning prospects and realities. *CEUR Workshop Proceedings, 2834*, 526-532. <https://ceur-ws.org/Vol-2834/Paper48.pdf>
- Sidir, M., & Benchenna, A. (2008). Du recours aux TICE en temps de crise ? : Le cas des universités marocaines. *Distances et savoirs, 6*(2), 211-236. <https://doi.org/10.3166/ds.6.211-236>
- Sutherland, R., & Alison Clark Wilson, A. O. (2011). *Digital Technologies and Mathematics Education*. Joint Mathematics Council of the UK.
- Tondeur, J., Roblin, Natalie Pareja, van Braak, Johan, Fisser, Petra, & Voogt, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge in teacher education : In search of a new curriculum. *Educational Studies, 39*(2), 239-243. <https://doi.org/10.1080/03055698.2012.713548>
- Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education : A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development, 65*(3), 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Viberg, O., Grönlund, Å., & Andersson, A. (2023). Integrating digital technology in mathematics education : A Swedish case study. *Interactive Learning Environments, 31*(1), 232-243. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1770801>
- Wang, J., Xie, H., Wang, F. L., Lee, L.-K., & Au, O. T. S. (2021). Top-N personalized recommendation with graph neural networks in MOOCs. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100010>
- Xie, H., Chu, H.-C., Hwang, G.-J., & Wang, C.-C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning : A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education, 140*, 103599. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>
- Yang, Q.-F., Lin, C.-J., & Hwang, G.-J. (2021). Research focuses and findings of flipping mathematics classes : A review of journal publications based on the technology-enhanced learning model. *Interactive Learning Environments*. (world). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2019.1637351>
- Yang, S. J. H., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N.-S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education : Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008>
- Zain, N. Z. M., Zaki, N. A. A., & Azizan, U. H. (2022). Educational Videos for Learning Digital Illustration Concept for University Student. *The International Journal of Multimedia & Its Applications, 14*(1), 31-40.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the

educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.
<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>